

Apparatus and method for navigating mobile body using road map displayed in form of bird's eye view

Patent Number: ☐ US5742924
Publication date: 1998-04-21
Inventor(s): NAKAYAMA OKIHIKO (JP)
Applicant(s):: NISSAN MOTOR (JP)
Requested Patent: ☐ DE19544921
Application Number: US19950566290 19951201
Priority Number(s): JP19940299662 19941202; JP19940307612 19941212; JP19950037054 19950224
IPC Classification: G01C21/20 ; G09B29/00 ; G06F165/00
EC Classification: G01C21/36, G08G1/0969, G09B29/10C
Equivalents:

Abstract

In apparatus and method for navigating a mobile body such as an automotive vehicle along a set route of travel, a road map stored in an external large-capacity memory unit such as a CD-ROM on a two-dimensional plane is graphically drawn on a display frame of an image screen with a degree of particulars of the road map data varied according to a displayed position of the image screen with respect to the display frame so that the graphically drawn road map in a form of a bird's eye view is viewed three-dimensionally with a feeling of depth given to a viewer. In an embodiment, as the displayed position of the image screen becomes upper with respect to the display frame, the degree of the particulars becomes lower.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

This Page Blank (uspto)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 44 921 A 1**

21 Aktenzeichen: 195 44 921.5
22 Anmeldetag: 1. 12. 95
43 Offenlegungstag: 4. 7. 96

51 Int. Cl.⁸:
G 01 C 21/04
G 01 C 21/20
G 01 C 23/00
G 08 G 1/0969
G 09 B 29/10
G 06 F 19/00
// G06F 163:00

DE 195 44 921 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

02.12.94 JP 6-299662 12.12.94 JP 6-307612
24.02.95 JP 7-37054

71 Anmelder:

Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

74 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

72 Erfinder:

Nakayama, Okihiko, Yokohama, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Apparat und Verfahren für navigierende mobile Körper, die eine aus der Vogelperspektive angezeigte Straßenkarte benutzen

57 In Apparat und Verfahren für die Navigation eines mobilen Körpers, wie etwa eines Autos, entlang einer gesetzten Reiseroute wird eine Straßenkarte, die in einer externen Speichereinheit mit großer Kapazität, wie etwa einem CD-ROM, in einer zweidimensionalen Ebene gespeichert ist, auf einem Anzeigerahmen eines Bildschirms graphisch gezeichnet, wobei ein Grad an Einzelheiten der Straßenkartendaten entsprechend der angezeigten Position des Bildschirms bezüglich des Anzeigerahmens verändert wird, so daß die graphisch gezeichneten Straßenkarten in vogelperspektivischer Darstellung dreidimensional mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl für Tiefe gesehen werden. In einer Ausführungsform nimmt der Grad an Einzelheiten ab, wenn die angezeigte Position des Bildschirms bezüglich des Anzeigerahmens höher gelegen ist.

DE 195 44 921 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf einen Navigationsapparat und ein Verfahren, das anwendbar ist auf ein Streckenführungssystem für ein automobiles Fahrzeug (mobilen Körper), und bezieht sich besonders auf einen Apparat und Verfahren zur Streckenführung eines Fahrzeugs, das an einer gegenwärtigen Position plazierte ist, zu einem Ziel, das das Fahrzeug schließlich über eine optimale Reiseroute erreichen soll, wobei eine aus der Vogelperspektive dargestellte Straßenkarte auf einem Bildschirm angezeigt wird, die von einem Betrachter näherungsweise dreidimensional betrachtet werden kann.

Eine am 11. Januar 1989 veröffentlichte europäische Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 0 378 271 (die mit einer japanischen Patentanmeldungserstveröffentlichung Nr. 2-244188 korrespondiert) und eine U.S. Patentanmeldung mit Seriennummer 08/362 647 (Anwaltszusammenfassung Nr. 305-461), die mit einer europäischen Patentanmeldung Nr. 94120448.9 (eingereicht am 22. Dezember 1994 und unter Nr. 0 660 290 am 28. Januar 1995 veröffentlicht) korrespondiert, und die mit einer koreanischen Patentanmeldung Nr. 94-37227 (eingereicht am 27. Dezember 1994) korrespondiert, die alle zuvor vorgeschlagenen Fahrzeugnavigationsapparate und -verfahren beispielhaft veranschaulichen, in denen eine aus Vogelperspektive dargestellte Straßenkarte angezeigt wird, und die auf das Fahrzeugstreckenführungssystem von der gegenwärtigen Fahrzeugposition zum Ziel anwendbar sind.

Jedoch sind immer noch die folgenden Probleme zu lösen, und es sind immer noch die folgenden industriellen Forderungen zu erfüllen.

1) Wenn die Straßenkartendaten in der zweidimensionalen Ebene direkt in die Straßenkarte aus der Vogelperspektive koordinatentransformiert werden, wird ein angezeigter Teil der Straßenkarte in der Nähe der gegenwärtigen Fahrzeugposition ausgeweitet und auf dem Bildschirm angezeigt, so daß der Grad der Dichte von Straßenkartendaten in dem angezeigten Teil niedriger wird. Im Gegensatz dazu liegt ein anderer angezeigter Teil der Straßenkarte, der von der gegenwärtigen Fahrzeugposition entfernt ist, weiter entfernt von dem angezeigten Straßenkartenteil in der Nähe der gegenwärtigen Fahrzeugposition, und dieser andere, oben beschriebene Teil wird komprimiert (im Maßstab reduziert) und auf dem Bildschirm so angezeigt, daß der Grad der Dichte der Straßenkartendaten in diesem Teil höher wird, so daß die Anzeige auf dem Bildschirm aus der Vogelperspektive für einen Betrachter schwierig zu betrachten und die angezeigte Straßenkarte schwierig zu analysieren ist.

Zusätzlich ist bei den Teilen des angezeigten Bildes weit entfernt von der gegenwärtigen Position die Information der Einzelteile der schmalen, von der gegenwärtigen Position entfernt gelegenen Stadtstraßen unvermeidbar anzuzeigen, obgleich sie aus Sicht des Betrachters unnötigerweise angezeigt werden.

Folglich wird es schwierig, die grundsätzliche Information, wie etwa eine nationale Autobahn, wegen der Verwirrung oder verborgen durch die angezeigten Einzelheiten, wie etwa die Stadtstraßeninformation, zu unterscheiden. Ferner beansprucht es eine zusätzliche grafische Zeichenzeit, um alle Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive auf dem Bildschirm anzuzeigen, so daß keine der Straßenkarten aus der Vogelperspektive ohne Verzögerung zeitgenau angezeigt werden kann, wenn das Fahrzeug sich bewegt oder wendet.

2) Die Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive bedarf wegen der Bewegung des Blickpunktes, aus dem die gegenwärtig angezeigte Straßenkarte gesehen wird, zusammen mit der Fahrzeugbewegung der fortwährenden Aktualisierung. Obgleich solch eine Idee, daß die Straßenkarte aus der Vogelperspektive zuvor aufbereitet und in einer Speichereinheit gespeichert wird, bedacht werden kann, wird dafür ein riesiger Betrag an Speicherkapazität für die bereits aus Vogelperspektive dargestellten Straßenkarten in der Speichereinheit benötigt. Daher ist dieses Verfahren nicht praktikabel. Deshalb muß jede Straßenkarte aus der Vogelperspektive mit einem Koordinatensystem von konventionellen, zweidimensionalen Straßenkartendaten transformiert aufbereitet werden, wann immer das Fahrzeug sich bewegt.

Normalerweise werden die Straßenkartendaten in einer externen Speichereinheit mit großer Speicherkapazität, wie etwa einem CD-ROM (Compact Disc Nurlesespeicher), gespeichert. Wenn eine der Straßenkarten auf dem Bildschirm einer Anzeige angezeigt wird, liest ein Mikrocomputer mindestens jede der grafisch darzustellenden Straßenkartendaten ein, und die gelesenen Straßenkartendaten werden mittels einer grafischen Steuerung (sogenannter G-CTR) auf der Anzeige angezeigt.

Falls die konventionelle, zweidimensionale Straßenkartenanzeige und die Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive mit einander verglichen werden, benötigt die Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive einen ausgeweiteteren Bereich an Straßenkartendaten als die konventionelle, zweidimensionale Straßenkartenanzeige. D.h., daß der Navigationsapparat für die Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive die Straßenkartendaten mit einem ausgeweiteteren Bereich von Straßenkartendaten von der externen Speichereinheit lesen muß, da die Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive umgebende Bereiche anzeigt, einschließlich der gegenwärtigen Position, an der sich das Fahrzeug gegenwärtig befindet, und einschließlich des Ziels, das das Fahrzeug schließlich erreichen soll. In der konventionellen Straßenkarte in der Form einer zweidimensionalen Ebene brauchen nur die Straßenkartendaten in einem relativ nahen Bereich von der externen Speichereinheit gelesen zu werden, da nur die Straßenkarte in der Umgebung des Fahrzeugs angezeigt werden kann.

Daher muß eine große Menge Daten von der externen Speichereinheit gelesen werden, um die Straßenkarte

aus der Vogelperspektive anzuzeigen, so daß die Zugriffszeit des Mikrocomputers auf die externe Speichereinheit lang wird, und die Straßenkarte aus der Vogelperspektive kann nicht ohne Verzögerung aktualisiert werden, wann immer sich das Fahrzeug bewegt. Da eine interne Speichereinheit mit einer großen Kapazität benötigt wird, um die große Menge an Daten, die von der externen Speichereinheit gelesen werden, zu speichern, werden zusätzlich die Kosten für die Strukturierung des Fahrzeugnavigationsapparates zur Anzeige der Straßenkarte aus der Vogelperspektive entsprechend vergrößert. 5

3) Die angezeigte Straßenkarte aus der Vogelperspektive gibt dem Betrachter kein Gefühl für die Entfernung (Tiefe), und sie gibt statt dessen dasselbe Gefühl wie bei der Betrachtung einer ebenen Fläche, selbst wenn der Prozentwert der Skalenreduktion größer wird, wenn der Betrachter aus einer niedrigeren Position des angezeigten Bildschirms zu einer höheren Position hin betrachtet. 10

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Apparat und ein Verfahren für die Navigation eines mobilen Körpers vorzusehen, der eine Straßenkarte aus der Vogelperspektive auf einem Bildschirm einer Anzeigeeinheit vorsieht, wobei die oben beschriebenen Probleme gelöst und die industriellen Forderungen erfüllt werden, d. h., das schnell die Straßenkarte aus der Vogelperspektive im Bereich von der Umgebung der gegenwärtigen Position bis zu einem Ziel, das der mobile Körper schließlich erreichen soll, aktualisieren kann, die auf dem Bildschirm zusammen mit der Bewegung des mobilen Körpers angezeigt wird, wobei die aus der Vogelperspektive angezeigte Straßenkarte ein Gefühl der Betrachtung einer näherungsweise dreidimensionalen, ebenen Straßenkarte vermittelt, mit ein dem Betrachter vermitteltem Gefühl der Tiefe. 15 20

Entsprechend einem Aspekt der Erfindung wird ein Apparat zur Navigation eines mobilen Körpers vorgesehen, enthaltend:

- a) Speichereinrichtung zum Speichern einer Vielzahl von Straßenkartendaten, wobei jede dort gespeicherte Straßenkarte in einer zweidimensionalen Ebene und mit einem Grad an Einzelheiten gebildet ist; 25
- b) grafische Zeicheneinheit zum grafischen Zeichnen von zumindest jeder der in der Speichereinheit gespeicherten Straßenkartendaten, die sich auf eine gegenwärtige Position des mobilen Körpers und auf ein zu erreichendes Ziel bezieht, auf einem Anzeigebildschirm aus der Vogelperspektive, so daß der Grad der Einzelheiten verändert wird abhängig von der angezeigten Position der korrespondierenden Straßenkartendaten auf dem Anzeigebildschirm; und 30
- c) einer Anzeigeeinheit mit dem Anzeigebildschirm, die so angeordnet und konstruiert ist, daß sie betrieblich die grafisch gezeichneten Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive anzeigt, so daß die grafisch gezeichnete Straßenkarte näherungsweise dreidimensional betrachtet wird, mit einem dem Betrachter des Anzeigebildschirms vermittelten Gefühl für Tiefe. 35

Entsprechend einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Navigationsapparat vorgesehen, enthaltend:

- a) Erkennungseinrichtung für die gegenwärtige Position zum Erkennen einer gegenwärtigen Position eines mobilen Körpers und einer Fortbewegungsrichtung, auf die hin sich der mobile Körper aus seiner gegenwärtigen Position heraus bewegt; 40
- b) Einstelleinrichtung für die Anfangsanzeigeparameterwerte zum anfänglichen Einstellen der erkannten gegenwärtigen Position und diesbezüglichen Anzeigeparametern als Anfangswerte; 45
- c) Bestimmungseinrichtung für die Richtung der Sichtlinie zum Bestimmen einer Richtung der Sichtlinie für ein perspektivisch projiziertes Bild aufgrund von zumindest der erkannten Fortbewegungsrichtung;
- d) Bestimmungseinrichtung für die Blickpunktposition zum Bestimmen einer Blickpunktposition, auf der die Richtung der Sichtlinie als Funktion von zumindest der Information der durch die Erkennungseinrichtung für die gegenwärtige Position erkannten Fortbewegungsrichtung basiert; 50
- e) Straßenkartendatenspeichereinrichtung zum Speichern von mindestens einem Satz von Straßenkartendaten, die mit einer zweidimensionalen X-Y-Ebene als Bezug ausgedrückt sind;
- f) Koordinatentransformationseinrichtung zur Ausführung einer Koordinatentransformation der in der Straßenkartendatenspeichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten aufgrund von mindestens der bestimmten Richtung der Sichtlinie und dem bestimmten Blickpunkt der Vogelperspektive, um so daraus die vogelperspektivische Darstellung zu erzeugen; 55
- g) Anzeigeeinrichtung zur Aufnahme der Anzeigedaten in vogelperspektivischer Darstellung und zum Anzeigen der vogelperspektivischen Darstellung auf ihrem Bildschirm; und
- h) grafische Zeichnungseinrichtung zum grafischen Zeichnen von jeder der in der Straßenkartendatenspeichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten mit einem relativ hohen Grad an Einzelheiten in vogelperspektivischer Darstellung auf einem relativ niedrigen Bereich des Bildschirms mittels der Anzeigeeinrichtung und zum grafischen Zeichnen einer anderen in der Straßenkartendatenspeichereinrichtung gespeicherten regionalen Straßenkarte, die benachbart ist zu der regionalen Straßenkarte mit dem relativ hohen Grad an Einzelheiten, wobei diese anderen Straßenkartendaten mit relativ niedrigem Grad an Einzelheiten in vogelperspektivischer Darstellung grafisch auf einem relativ hoch positionierten Bereich des Bildschirms mittels der Anzeigeeinheit gezeichnet werden, so daß eine ganze, dargestellte Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung als ein näherungsweise dreidimensionales Abbild mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl der Tiefe vorliegt. 60 65

Entsprechend einem noch anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Navigation eines mobilen Körpers entlang einer festgesetzten Reiseroute vorgesehen, die Schritte enthaltend:

- a) Speichern einer Vielzahl von Straßenkartendaten, wobei jede dort gespeicherte Straßenkarte auf einer zweidimensionalen Ebene und mit einem Grad an Einzelheiten gebildet ist;
- b) grafisches Zeichnen von mindestens jeder der in der Speichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten, die sich auf die gegenwärtige Position des mobilen Körpers und einem Ziel, das der mobile Körper schließlich zu erreichen hat, beziehen, auf einem Anzeigebildschirm in vogelperspektivischer Darstellung, so daß der Grad an Einzelheiten abhängig von der angezeigten Position der korrespondierenden Straßenkartendaten auf dem Anzeigebildschirm verändert wird; und
- c) Anzeigen grafisch gezeichneter Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung auf einem Bildschirm, so daß die grafisch gezeichneten Straßenkartendaten näherungsweise dreidimensional mit einem dem Betrachter des Bildschirms vermittelten Gefühl für Tiefe gesehen werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Schaltkreisblockdiagramm eines Fahrzeugnavigationsapparates in einer ersten bevorzugten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist eine erläuternde Darstellung zur Erläuterung einer Beziehung zwischen einer Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung und einem Anzeigerahmen eines Anzeigebildschirms.

Fig. 3 ist eine erläuternde Darstellung von Straßendaten, die in den in einer Speichereinheit gespeicherten Straßenkartendaten eingeschlossen sind.

Fig. 4 ist eine erläuternde Darstellung von einem Anzeigebereich eines Polygons, wie etwa einem See.

Fig. 5 ist eine erläuternde Darstellung von einem Anzeigebereichsaufteilungsbeispiel des Anzeigerahmens des Bildschirms, der in der ersten, in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform benutzt wird.

Fig. 6 ist eine erläuternde Darstellung von vogelperspektivischen Bereichen auf jede der gespeicherten Straßenkarten, die mit aufgeteilten Regionen des Anzeigerahmens auf dem in Fig. 5 gezeigten Bildschirm korrespondieren.

Fig. 7 ist ein betriebliches Flußdiagramm, das ein in der ersten Ausführungsform ausgeführtes Straßenkartenanzeigeprogramm bezeichnet.

Fig. 8 ist ein betriebliches Flußdiagramm, das in das in Fig. 7 gezeigte integriert ist.

Fig. 9A und 9B sind erläuternde Darstellungen zum Erklären des Ausdünnens (einer Steuerung eines Intervalls von Punkten, in dem ein Liniendaten bildender Punkt herausgezogen wird, und der Begriff des Ausdünnens wird in der ersten Ausführungsform beschrieben) von in der ersten Ausführungsform benutzten Liniendaten.

Fig. 10A und 10B sind erläuternde Darstellungen zum Erklären des Ausdünnens (einer Steuerung eines Intervalls von Punkten, in dem ein Polygondaten bildender Punkt herausgezogen wird) von in der ersten Ausführungsform vorsorglich ausgeführten Polygondaten.

Fig. 11 und 12 sind zusammen ein betriebliches Flußdiagramm des Straßenkartenanzeigeprogramms in einem Fall einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugnavigationsapparats nach der vorliegenden Erfindung.

Fig. 13 ist eine erläuternde Darstellung einer X-Y-Ebene, die in Fig. 2 mit einer Z-Achse in einem dreidimensionalen Koordinatensystem als ein Ursprung gezeigt wurde, in einem Fall der zweiten Ausführungsform.

Fig. 14 ist eine erläuternde Darstellung eines X''-Y''-Koordinatensystems mit dem parallel versetzten, in Fig. 13 gezeigten X-Y-Koordinatensystem, so daß ein Blickpunkt den Ursprung vorsieht, und einem rotierten, (nicht gezeigten) X'-Y'-Koordinatensystem, so daß eine Richtung einer Sichtlinie Φ auf einer Y''-Achse überlappt.

Fig. 15 ist eine erläuternde Darstellung der Beziehung zwischen dem Blickpunkt E und dem Anzeigerahmen abcd der Anzeige 10.

Fig. 16 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung eines X'-Y'-Koordinatensystems mit dem parallel versetzten, in Fig. 13 gezeigten X-Y-Koordinatensystem, so daß der Blickpunkt den Ursprung vorsieht, und einem X''-Y''-Koordinatensystem mit dem rotierten X'-Y'-Koordinatensystem, so daß die Richtung der Sichtlinie Φ auf der Y-Achse überlappt wird.

Fig. 17A und 17B sind erläuternde Darstellungen des X-Y-Koordinatensystems, die Lesebereiche (erster Bereich und zweiter Bereich) der mit den Anzeigebereichen korrespondierenden Straßenkartendaten bezeichnen.

Fig. 18 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung einer Beziehung zwischen dem Anzeigerahmen abcd und dem Anzeigebereich ABCD in einem $E_x E_y E_z$ -Koordinatensystem.

Fig. 19 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung einer Position eines willkürlichen Straßenkartendatums in einem $S_x S_y$ -Anzeigebildschirmkoordinatensystem.

Fig. 20A und 20B sind erläuternde Darstellungen zur Erklärung einer Beziehung zwischen der Gestalt und der Dimension eines Anzeigebereichs und der Anzahl der regionalen Maschen im Fall der zweiten Ausführungsform.

Fig. 21 ist eine erläuternde Darstellung der Gestalt und der Dimension des Anzeigebereichs und der Anzahl der regionalen Maschen im Fall der zweiten Ausführungsform.

Fig. 22 ist ein betriebliches Flußdiagramm des Straßenkartenanzeigeprogramms im Fall einer dritten bevorzugten Ausführungsform des Fahrzeugnavigationsapparats nach der vorliegenden Erfindung.

Fig. 23 ist eine erläuternde Darstellung des X''-Y''-Koordinatensystems mit dem X'-Y'-Koordinatensystem, in dem das in Fig. 13 gezeigte X-Y-Koordinatensystem der zweidimensionalen, ebenen Straßenkarte parallel

versetzt ist, so daß der Blickpunkt den Ursprung vorsieht, und mit dem rotierten $X'-Y'$ -Koordinatensystem, so daß die Richtung der Sichtlinie Φ auf der Y' -Achse überlappt wird.

Fig. 24 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung einer Beziehung zwischen einem $ExEyEz$ -Koordinatensystem mit einem Blickpunkt E als dem Ursprung, der Sichtlinie EF als einer Z-Achse, einem $SxSy$ -Koordinatensystem mit einem Zentrum des Anzeigerahmens der Anzeige als Ursprung und dem Anzeigebereich ABCD.

Fig. 25 und 26 sind zusammen ein anderes betriebliches Flußdiagramm zur Erklärung einer Unteroutine des grafischen Zeichnens der Längslinien und der Querlinien, die in einem Schritt SSS114 von Fig. 22 ausgeführt wird.

Fig. 27 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung einer Beziehung zwischen dem Anzeigebereich ABCD, einem zu transformierenden Bereich JKPQ und den regionalen Maschen M1 bis M4.

Fig. 28 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung eines Verfahrens des grafischen Zeichnens der Längslinien und der Querlinien auf die Straßenkarte aus der Vogelperspektive.

Fig. 29 ist eine erläuternde Aufsichtsdarstellung zur Erklärung eines Vergleichsbeispiels, das die grafisch auf die zweidimensionale, ebene Straßenkarte gezeichneten Längslinien und die Querlinien, die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die festgesetzte Reiseroute von der gegenwärtigen Position bis zum Ziel anzeigt.

Fig. 30 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der in der dritten bevorzugten Ausführungsform ausgeführten Straßenkarte aus der Vogelperspektive, auf die die Längslinien und Querlinien, die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die festgesetzte Reiseroute bis zum Ziel anzeigt wird, im Vergleich zu der in Fig. 29 angezeigten, zweidimensionalen Straßenkarte.

Fig. 31 ist eine erläuternde Darstellung des Vergleichsbeispiels einer zweidimensionalen, in Fig. 29 gezeigten Straßenkarte, in der die Längslinien stärker betont sind als die Querlinien, von dem in Fig. 29 gezeigten Zustand zu einem Zustand, in dem das Fahrzeug gerade an einem Punkt einer Verkehrskreuzung vorbeigefahren ist und abgebogen ist.

Fig. 32 ist eine erläuternde Darstellung der Straßenkarte aus der Vogelperspektive, die in der dritten Ausführungsform in derselben Situation wie der in Fig. 31 gezeigten ausgeführt wurde.

Fig. 33 ist eine erläuternde Darstellung des Vergleichsbeispiels der zweidimensionalen, in Fig. 29 gezeigten Straßenkarte, in der die Längslinien stärker betont sind als die Querlinien.

Fig. 34 ist eine erläuternde Darstellung der vogelperspektivisch angezeigten Straßenkarte im Fall einer Modifikation der dritten Ausführungsform, in der die Längslinien stärker betont sind als die Querlinien.

Fig. 35 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der zweidimensionalen, in Fig. 29 gezeigten Straßenkarte, in der die Längslinien stärker betont sind als die Querlinien.

Fig. 36 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der in Fig. 30 gezeigten Straßenkarte aus der Vogelperspektive, in der die Längslinien stärker betont sind als die Querlinien.

Fig. 37 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung von Linien territorialer geographischer Längen und Breiten, die auf die zweidimensionale Straßenkarte überlagert sind, mit einer Nordrichtung zum oberen Ende der zweidimensionalen Straßenkarte hin ausgerichtet.

Fig. 38 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der Straßenkarte aus der Vogelperspektive, auf der die Längslinien und Querlinien für den Fall transformiert wurden, daß eine echte Nordrichtung von einem vorbestimmten Blickpunkt E entlang einer vorbestimmten Sichtlinie EF gesehen wird, wobei die Richtung der Sichtlinie Φ zu 90 Grad gesetzt wurde.

Fig. 39 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der zweidimensionalen Straßenkarte, auf die die Längslinien und Querlinien überlagert wurden, und die gegenwärtige Position des Fahrzeugs grafisch gezeichnet wurde.

Fig. 40 ist eine erläuternde Darstellung zur Erklärung der aus der Vogelperspektive angezeigten Straßenkarte, in der die in Fig. 39 gezeigte Straßenkarte in die vogelperspektivische Darstellung unter einer vorbestimmten Bedingung transformiert wurde, bei der die echte Nordrichtung von dem vorbestimmten Blickpunkt E entlang einer vorbestimmten Sichtlinie gesehen wurde, wobei die Richtung der Sichtlinie Φ zu 90 Grad gesetzt wurde.

Bester Mode zur Ausführung der Erfindung

Im folgenden wird auf die Zeichnungen Bezug genommen, um ein besseres Verständnis der vorliegenden Erfindung zu erleichtern.

Es wird bemerkt, daß der in der gesamten Spezifikation benutzte Begriff Straßenkarte eine Information einschließt, wie etwa einen Verwaltungsbezirk und seinen Platznamen, eine Eisenbahn, einen Stationsnamen, eine Haupteinrichtung, einen See und Sumpf, und einen landschaftlich schönen Ort oder einen Platz von historischem Interesse, zusätzlich zu Straßeninformationen.

(Erste Ausführungsform)

Fig. 1 zeigt ein funktionales Blockdiagramm, das eine Hardware-Struktur eines Fahrzeugnavigationssystems darstellt, der auf ein Automobilstreckenführungssystem in einer ersten bevorzugten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung anwendbar ist.

Der Fahrzeugnavigationsschaltkreis in der ersten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung schließt einen Mikrocomputer und seinen Peripherieschaltkreis ein.

In Fig. 1 erkennt ein Richtungserkennungssensor 1 eine Bewegungsrichtung des Fahrzeugs bezüglich der Nordrichtung und erzeugt ein Signal, das die Richtung der Fahrzeugbewegung bezeichnet. Das Fahrzeugbewegungsrichtungssignal wird einem A/D-Umwandler 2 und einer CPU 4 über eine I/O-Schnittstelle 3 zugeführt. Ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 5 erzeugt ein Impulssignal, sobald das Fahrzeug eine vorbestimmte Entfer-

nung zurückgelegt hat, und das Impulssignal wird der CPU 4 über die I/O-Schnittstelle 3 zugeführt. Die CPU 4 zählt die Anzahl der Impulse im von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 5 zugeführten Impulssignal. Ein GPS-(Global Positioning System, Globales Positionierungssystem)-Empfänger 6 ist ein Empfänger einer absoluten Position der gegenwärtigen Fahrzeugposition, der eine Vielzahl von GPS-Satelliten benutzt, und die Information der gegenwärtigen Fahrzeugposition und Fortbewegungsrichtung des Fahrzeugs wird der CPU (Central Processing Unit, Zentrale Verarbeitungseinheit) 4 über die I/O-Schnittstelle 3 zugeführt. Eine Tastatur 4 ist ein Betriebspult, über das ein Ziel (eine Zielposition) des Fahrzeugs, die das Fahrzeug schließlich erreichen soll, einzugeben ist, und die über die Tasten eingegebene Information wird der CPU 4 über die I/O-Schnittstelle 3 zugeführt.

Ein CDROM (CD-ROM und sein Laufwerk) 8 ist eine externe Speichereinheit, die die Daten der Straßenkarten (geographische Straßenkarten) speichert, und ist mit der CPU 4 über eine SCSI-(Small Computer System Interface, Kleincomputersystemschnittstelle)-Steuerung 9 zu Schnittstellenzwecken verbunden. Die CPU 4 beauftragt die SCSI-Steuerung 9, Straßenkartendaten in einem spezifizierten Bereich zu lesen. Eine Anzeige 10 mit einem Bildschirm, auf dem die Straßenkarte angezeigt wird, ist mit der CPU 4 über eine Grafiksteuerung 11 verbunden. Die Anzeige 10 zeigt die Straßenkarte aus der Vogelperspektive an, auf der eine Markierung (eine Pfeilmarkierung), die die gegenwärtige Fahrzeugposition bezeichnet und eine optimale Route zum Ziel (mit vorzugsweise unterschiedlich gefärbten, dicken Linien), überlagert sind.

Ein V-RAM (Video Random Access Memory, Videospeicher mit wahlfreiem Zugriff) 12 speichert vorübergehend die vogelperspektivisch dargestellten Straßenkartendaten und gibt die Straßenkartendaten als Reaktion auf einen Anzeigebefehl von der CPU 4 an die Anzeige ab. Ferner ist die CPU 4 mit einem RAM (Random Access Memory, Speicher mit wahlfreiem Zugriff) 13 und einem ROM (Read Only Memory, Nurlesespeicher) 14 verbunden, und das RAM 13 wird für die zwischenzeitliche Speicherung verschiedener Daten benutzt, und das ROM 14 speichert ein vorbestimmtes Steuerungsprogramm, wie später beschrieben werden wird.

Die CPU 4 berechnet die optimale Route von der gegenwärtigen Position zum Ziel mittels eines Reiseroutenverarbeitungsprogramms, transformiert die Straßenkartendaten (in der Form einer zweidimensionalen Ebene) in jene mit vogelperspektivischer Darstellung, und überlagert die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die festgesetzte Reiseroute zum Ziel auf der angezeigten Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung.

Fig. 2 zeigt eine Beziehung zwischen einer konventionellen Straßenkarte in der Form einer Aufsichtsdarstellung (zweidimensionale, ebene Straßenkarte, und im folgenden häufig nur eine Straßenkarte in einem Vergleichsbeispiel genannt) der Straßenkarte aus der Vogelperspektive und einem Anzeigerahmen abcd.

Es wird angenommen, daß die Straßenkarte in dem Vergleichsbeispiel (der Straßenkarte in der zweidimensionalen Ebene) auf einer X-Y-Ebene mit Osten als Richtung der X-Achse und Norden als Richtung der Y-Achse ausgedrückt wird, und ein dreidimensionales Koordinatensystem mit XYZ wird ausgedrückt mit einem obenliegenden Himmel über der Straße auf der X-Y-Ebene genommen in der positiven Richtung der Z-Achse senkrecht zur X-Y-Ebene.

Ein Blickpunkt E (V_x, V_y, V_z) wird im obenliegenden Himmel über einem Punkt ($E' (V_x, V_y)$) gesetzt, der von der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs um einen vorbestimmten Abstand in der dem Ziel entgegengesetzten Richtung entfernt (nach hinten) liegt. Dann wird angenommen, daß auf die Straßenkarte auf der X-Y-Ebene vom Blickpunkt E entlang einer Sichtlinie EF herabgesehen wird. Ein Winkel im Schnittpunkt zwischen der Sichtlinie EF und der X-Y-Ebene wird ein Herabblickwinkel θ (oder Sichtbarkeitswinkel) genannt. Ein Winkel im Schnittpunkt zwischen einer geraden Linie E'F, die durch Projektion der Sichtlinie EF auf die X-Y-Ebene gebildet wird, und der positiven Richtung der X-Achse wird Sichtlinienrichtung Φ genannt.

In der ersten Ausführungsform wird angenommen, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs als F (C_x, C_y) gesetzt wird. Sowohl eine Position des Blickpunkts E (V_x, V_y, V_z) als auch die Sichtlinie EF werden so bestimmt, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs im Zentrum des Anzeigerahmens abcd liegt, wie in Fig. 2 gezeigt.

Es wird bemerkt, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs konsequent im Zentrum einer Seite GH in dem Straßenkartenbereich ABCD angezeigt wird.

Es wird ebenfalls bemerkt, daß die in dem CDROM 8 in Fig. 1 gespeicherten Straßenkartendaten in kleinere Blöcke (im folgenden als regionale Maschen bezeichnet) klassifiziert und verwaltet werden, die z. B. in JIS-X041 für alles Land in Japan selbst vorgeschrieben sind. Das Lesen von jeden der Straßenkartendaten von dem CD-ROM (CDROM) 8 wird in einer Einheit ausgeführt, die mit den regionalen Maschen korrespondiert.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel der Straßenkartendaten.

Jeder Satz von Straßenkartendaten wird durch eine Vielzahl von Punkten (im folgenden auch als Knoten oder Interpolationspunkten bezeichnet) und Linien (im folgenden auch als Strecken bezeichnet) gebildet, die die Punkte gegenseitig verbinden.

Wie in Fig. 3 gezeigt, sind die Knoten, die Verkehrskreuzungen (Kreispunkte) darstellen, die Interpolationspunkte, die Interpolationen zwischen gekrümmten Straßenpunkten (Kurven) (die durch schwarze Punkte (1), (2), (3), ... bezeichnet sind) darstellen, die Strecken, die zu einander benachbarte Interpolationspunkte und Knoten verbinden, mit Datum formatiert, wie auch die Straßendaten.

Wie in Fig. 1 gezeigt, sind die oben beschriebenen, formatierten Daten zusammen mit den X-Y-Koordinaten eines Startpunkts für jede Strecke, eines Endpunkts für jede Strecke und der Interpolationspunkten für jede Strecke und Attributinformationen, wie etwa eine hierarchische Information wie etwa eine Hierarchiestufe (Stufe einer Baumstruktur) gespeichert.

Zusätzlich sind die Straßen in fünf Felder von hierarchischer Stufe nach der Art der Straßen aufgeteilt, wie in Tabelle 2 gezeigt.

Die Verwaltungsbezirksnamen sind in die fünf Felder der hierarchischen Stufen klassifiziert, wie in Tabelle 3 gezeigt.

Ferner sind die Verwaltungsbezirksnamen zusammen mit den X-Y-Koordinaten der Anzeigepositionen und Attributinformation auf hierarchischen Stufen gespeichert.

Solche Polygone, wie jene Seen und Sümpfe, Parks und Haupteinrichtungen, die relativ breite Bereiche auf jeder Straßenkarte einnehmen, sind in die fünf Felder der hierarchischen Stufen klassifiziert, entsprechend der Ausdehnung jedes Verwaltungsbezirks, wie in Tabelle 5 gezeigt.

Wie in Tabelle 6 gezeigt, werden die Polygone zusammen mit den Krümmungspunkten (siehe Fig. 4) bei Annäherung eines äußeren Rands des Polygons durch eine gerade Linie und der Attributinformation gespeichert, wie etwa den hierarchischen Stufen.

Solch andere, auf jeder Straßenkarte anzuzeigende Information, wie etwa Eisenbahnen, Stationsnamen, Haupteinrichtungen, landschaftlich schöne Stellen und Plätze von historischem Interesse, sind alle in vorbestimmte hierarchische Stufen klassifiziert. Diese anderen Informationsstücke werden zusammen mit der Attributinformation, wie etwa den diese Positionen bezeichnenden X-Y-Koordinaten, und der Attributinformation, wie etwa den Hierarchiestufen, gespeichert.

Die Hierarchiestufen der jeweiligen Straßenkartendaten werden benutzt, um zu bestimmen, ob diese Straßenkartendaten entsprechend dem Anzeigerahmen abcd angezeigt werden sollen, wenn die Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive auf der Anzeige 10 angezeigt werden.

Die Daten aller hierarchischen Stufen von 1 bis 5 werden in dem niedrigsten Bereich des Anzeigerahmens abcd angezeigt. In dem Maß, wie der Anzeigebereich des Rahmens abcd höher liegt, werden alle Daten mit niedrigerer hierarchischer Stufe (größer im Stufenwert) nicht mehr angezeigt, so daß nur die Daten mit der Hierarchiestufe 1 in dem allerhöchsten Bereich des Anzeigerahmens abcd angezeigt werden, siehe Tabelle 7.

Mit anderen Worten wird der Anzeigerahmen abcd der Anzeige 10 in der ersten Ausführungsform in eine Vielzahl von Bereiche aufgeteilt, wie in Fig. 5 gezeigt.

D.h., daß der Anzeigerahmen abcd gleichmäßig in Hälften geteilt ist, d. h. den unteren Halbbereich abgh und den oberen Halbbereich hgcd. Der untere Halbbereich abgh wird ein unterster Anzeigebereich ①' genannt. Als nächstes ist der obere Halbbereich hgcd gleichmäßig in Hälften aufgeteilt, d. h. in den oberen unteren (mittleren) Bereich hgij ②' und den oberen oberen Bereich jicd. Ferner ist der obere obere Bereich jicd gleichmäßig in Hälften aufgeteilt, d. h. in den oberen oberen unteren (dritten von oben) Bereich jikl ③' und den oberen oberen oberen Bereich lkcd. Ähnlich ist der obere obere obere Bereich lkcd gleichmäßig in Hälften aufgeteilt, d. h. in den oberen oberen oberen unteren (zweiten von oben) Bereich lkmn ④' und den oberen oberen oberen oberen (obersten) Bereich nmcd ⑤'. In Fig. 5 bezeichnet L eine Länge des Anzeigerahmens abcd in der Längsrichtung.

Auf diese Weise werden fünf Bereiche gebildet in solch einer Folge als ①', ②', ③', ④' und ⑤' von dem untersten Bereich des Anzeigerahmens abcd an.

Fig. 6 zeigt dem Anzeigebereich ABCD (trapezförmige Gestalt) auf der Straßenkarte, die auf die in Fig. 2 gezeigte XY-Ebene ausgedehnt ist.

Es wird bemerkt, daß jeder der Bereiche ①', ②', ③', ④' und ⑤' in dem oben beschriebenen Rahmen abcd nach einander mit einem der fünf Bereiche ①, ②, ③, ④ und ⑤ innerhalb des Anzeigebereichs ABCD von Fig. 6 korrespondiert.

Einer der Bereiche ① (ABGH), der am nächsten zum auf die X-Y-Ebene projizierten Punkt E' (V_x , V_y) des Blickpunkts E liegt, wird auf dem untersten Anzeigebereich abgh ①' der Anzeige 10 angezeigt. Der Anzeigebereich ① hat die schmalste Fläche von allen fünf, in Fig. 6 gezeigten Bereichen. Jedoch hat der Anzeigebereich ①' der Anzeige 10, die mit dem schmalsten Anzeigebereich ① korrespondiert, die weiteste Fläche unter allen fünf, in Fig. 5 gezeigten Bereichen. Mit anderen Worten wird die Straßenkarte mit den geringsten Ausmaßen, die die gegenwärtige Position des Fahrzeugs umgibt, aufgeweitet und auf dem weitesten Bereich der Anzeige 10 angezeigt. Im Gegensatz hat der Anzeigebereich ⑤ in Fig. 6 den Bereich mit der weitesten Fläche von allen fünf Anzeigebereichen ① bis ⑤, und zusätzlich hat der Anzeigebereich ⑤' der Anzeige 10, der mit dem Anzeigebereich ⑤ korrespondiert, die schmalste Fläche von allen der fünf Bereiche ① bis ⑤. Mit anderen Worten wird der Straßenkartenteil, der das Ziel umgibt, komprimiert (in der Skala reduziert) und im schmalsten Bereich der Anzeige 10 (Bildschirm) angezeigt.

Ein Betrieb des Fahrzeugnavigationsapparats in der ersten Ausführungsform wird mit Bezug auf ein betriebliches, in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Flußdiagramm beschrieben, wobei Fig. 7 und Fig. 8 zusammen ein Straßenkartenanzeigeprogramm darstellen, das in der ersten, in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ausgeführt wird.

Wenn ein (nicht gezeigter) Hauptschalter der Tastatur 7 eingeschaltet wird, beginnt die CPU 4 mit der Ausführung des in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigten Programms.

In Schritt S10 liest die CPU 4 die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die Fortbewegungsrichtung des Fahrzeugs von dem Richtungssensor (Bewegungssensor) 1 und von dem GPS-Empfänger 6.

Die gegenwärtige Position kann durch ein allein stehendes Navigationsverfahren, durch ein GPS-Navigationsverfahren und/oder durch beide Verfahren (hybrides Navigationsverfahren) gleichzeitig bestimmt werden. Das hybride Navigationsverfahren wird beispielhaft durch ein am 6. Februar 1990 herausgegebenes U.S. Patent Nr. 4 899 285 (dessen Offenlegung hier durch Referenz eingebracht wird) dargestellt. Im allein stehenden Navigationsverfahren berechnet die CPU 4 einen Bewegungsort des Fahrzeugs aufgrund einer durch den Richtungssensor 1 erkannten Richtung und aufgrund einer zurückgelegten Entfernung, die durch Zählen der Impulsanzahl des Impulssignals vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 5 gemessen wird, und spezifiziert die gegenwärtige Position mittels einer Kartenabgleichstechnik.

Das letztere Navigationsverfahren benutzt die von dem GPS-Empfänger 6 berechnete gegenwärtige Position und Fortbewegungsrichtung.

In dem nächsten Schritt S102 liest die CPU die Zielinformation über die Tastatur 7 vom Betrachter (im allgemeinen ein Fahrzeugfahrer) und berechnet eine optimale Reiseroute von der gegenwärtigen Position zum Ziel unter Benutzung wohl bekannter Suchverfahren.

Das Routensuchverfahren wird beispielhaft dargestellt durch ein am 6. Dezember 1994 herausgegebenes U.S. Patent Nr. 5 371 678 (dessen Offenlegung hier durch Referenz eingebracht wird) In Schritt S104 berechnet die CPU 4 die Richtung Φ der in Fig. 2 gezeigten Sichtlinie EF. Die Richtung Φ der Sichtlinie EF kann in einer Richtung gesetzt werden, daß eine auf der Anzeige 10 (Bildschirm) angezeigte Entfernung der angezeigten optimalen Route maximal wird, sie kann auch nur auf die Fortbewegungsrichtung gesetzt werden, oder sie kann alternativ auch nur auf die Richtung gesetzt werden, in der das Ziel liegt.

In einem Schritt S106 bestimmt die CPU 4 die Position des Blickpunkts E (V_x, V_y, V_z), so daß die gegenwärtige Position F (C_x, C_y) des Fahrzeugs im Zentrum des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 (siehe Fig. 2) positioniert ist. Es wird bemerkt, daß die Z-Achsen-Koordinate V_z des Blickpunkts E und der Herabblickwinkel θ zuvor gesetzt worden sind.

Falls der Blickpunkt E und die Richtung der Sichtlinie Φ bestimmt wurden, wird die Beziehung zwischen dem Anzeigerahmen abcd der Anzeige 10 und dem Anzeigebereich ABCD auf der Straßenkarte bestimmt. D.h., die Koordinaten der Ecken A, B, C und D des Anzeigebereichs ABCD auf der X-Y-Ebene werden abgeleitet. In einem Schritt S108 liest die CPU 4 die Straßenkarte einschließlich des Anzeigebereichs ABCD von Fig. 6 aus allen im CDROM 8 gespeicherten Straßenkarten, in der Einheit von jeder Korrespondierenden der regionalen Maschen, und speichert die Straßenkartendaten in das RAM 13.

In einem Schritt S110 greift die CPU 4 ein willkürliches Datum aus den vom CDROM 8 gelesenen und im RAM 13 gespeicherten Straßenkartendaten heraus und bestimmt, ob das aufgegriffene Datum ein Liniendatum ist, wie etwa irgendeines der Strecken oder der Eisenbahnen. Falls die CPU 4 bestimmt hat, daß das Datum ein Liniendatum ist (JA), verzweigt die Routine zu einem Schritt S112. Falls die CPU 4 bestimmt hat, daß das Datum kein Liniendatum ist, sondern ein Datum wie etwa ein Zeichen oder ein Polygon (NEIN), verzweigt die Routine zu einem Schritt S118.

Es wird bemerkt, daß der folgende Prozeß in der ersten Ausführungsform ausgeführt wird, wenn die CPU 4 angewiesen hat, die Straßenkarte aus der Vogelperspektive auf dem Bildschirm der Anzeige 10 anzuzeigen:

1) Die CPU 4 bestimmt, welche der hierarchischen Stufen der jeweiligen Straßenkartendaten auf den jeweiligen Anzeigebereichen ①', ②', ③', ④' und ⑤' aufgrund der Positionen der Anzeigebereiche ①', ②', ③', ④' und ⑤' auf der Anzeige 10 und der hierarchischen Stufen der korrespondierenden Straßenkartendaten angezeigt werden sollen. In der ersten Ausführungsform werden die hierarchischen Stufen der Straßenkartendaten, die auf den entsprechenden Bereichen ①', ②', ③', ④' und ⑤' auf der Anzeige 10 anzuzeigen sind, bestimmt, wie in Tabelle 7 gezeigt.

Es werden nämlich alle Daten mit den hierarchischen Stufen 1 bis 5 auf dem niedrigsten Bereich ①' der Anzeige 10 angezeigt, die Daten mit den hierarchischen Stufen 1 bis 4 werden auf dem mittleren Bereich ②' angezeigt, die Daten mit den hierarchischen Stufen 1 bis 3 werden auf dem dritthöchsten Bereich ③' angezeigt, die Daten mit den hierarchischen Stufen 1 bis 2 werden auf dem zweithöchsten Bereich ④' angezeigt, die Daten nur mit der höchsten hierarchischen Stufe 1 werden auf dem höchsten Bereich ⑤' angezeigt, wie in Fig. 5 und in Tabelle 7 gezeigt. Mit anderen Worten werden die Straßenkartendaten mit den meisten Einzelheiten auf dem Teil der Straßenkarte angezeigt, der die gegenwärtige Position F des Fahrzeugs umgibt. In dem Maß, wie der Abstand von der gegenwärtigen Position F des Fahrzeugs zu der anzuzeigenden Stelle größer wird, werden nur die Straßenkartendaten mit einem höheren Grad an Anzeigepriorität sequentiell angezeigt. (Die hierarchischen Stufen bedeuten Grade der Anzeigepriorität). Folglich kann der Betrachter erkennen, daß die Einzelheiten der Straßensituation in der Umgebung der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs bestätigt werden können, und die allgemeinen Straßensituationen in der Umgebung des Ziels fern ab von der gegenwärtigen Position F können leicht betrachtet werden.

2) Für die Liniendaten (Linienabbild) innerhalb der Straßenkartendaten, wie etwa die Straßen und Eisenbahnen, wird ein Intervall der Interpolationspunkte, an denen die durch die Interpolationspunkte gebildeten Liniendaten herausgezogen werden, entsprechend jeder Position der Anzeigebereiche ①', ②', ③', ④' und ⑤' auf dem Anzeigerahmen abcd gesteuert.

Ein Grund der Steuerung der Intervalle von Punkten, an denen die Liniendaten herausgezogen werden (auch Ausdünnen genannt) wird mit Bezug auf Fig. 9A und 9B erläutert.

Es wird nun angenommen, daß die Straßenkarte aus der Vogelperspektive ohne Ausführung der Steuerung des Intervalls der Punkte, an denen die Liniendaten herausgezogen werden, angezeigt wird.

Es wird angenommen, daß eine Straße P1 in der Umgebung der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs innerhalb des Anzeigebereichs ABCD auf der in Fig. 9A gezeigten Straßenkarte liegt, und eine andere Straße P2 in einem oberen Teil des Anzeigebereichs ABCD in der Nähe des in Fig. 9A gezeigten Ziels liegt. Diese Straßen P1 und P2 werden innerhalb des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 1 angezeigt, wie in Fig. 9B gezeigt. D.h., die Straße P1 in der Umgebung der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs wird aufgeweitet (vergrößert) und auf dem untersten Bereich des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 angezeigt. Andererseits wird die Straße P2 in der Umgebung des Ziels auf der Straßenkarte gestaucht (verkleinert) und auf dem oberen (allgemein obersten) Bereich des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 angezeigt, wie aus Fig. 9B erkannt werden kann.

Wie aus Fig. 9A und Fig. 9B erkannt werden kann, wird solch eine Straße in Zigzag-Form auf einer vogelperspektivisch dargestellten Straßenkarte gesehen, als ob sie eine kurze, gerade Linie ist, wenn die Straße weit entfernt von der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs und in der Nähe des Ziels liegt. Mit anderen Worten wird erkannt, daß kein Problem auftritt, selbst wenn die Punkte der Interpolation aus den in Tabelle 1 und Fig. 3 gezeigten Straßenkartendaten in konstanten Intervallen von Punkten herausgezogen werden, wenn eine Straße

an irgendeiner Stelle plazierte wird, die weit entfernt von der gegenwärtigen Position liegt, für Liniendaten, die durch die Knoten, Interpolationspunkte und diese Knoten und Interpolationspunkte verbindende Strecken gebildet werden.

Folglich ist eine grafische Zeichnungsverarbeitung für unnötige Liniendaten unnötig, und die Zeitdauer für das grafische Zeichnen der Liniendaten kann dementsprechend gekürzt werden. Dann kann eine schnelle Aktualisierung der Straßenkartenanzeige aus der Vogelperspektive bei der Bewegung oder Drehung des Fahrzeugs erreicht werden.

Die Steuerung des Intervalls von Punkten, an denen die Liniendaten herausgezogen werden, wird entsprechend einem zuvor gesetzten Prozentsatz der Steuerung der Intervalle von Punkten für jeden der Anzeigebereiche ①, ②, ③, ④ und ⑤ der Anzeige 10 ausgeführt.

Der Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten für jeden durch r bezeichneten Bereich wird z. B. wie folgt definiert:

Es wird angenommen, daß eine wirkliche Entfernung einer Straße mit einer gewissen Entfernung auf der Anzeige 10 mit 10 Metern in einer der Bereiche der Straßenkarte korrespondiert, aber mit 20 Metern in einem anderen Bereich. Die Anzeige der Straße in dem letzteren Bereich bedeutet, daß die Liniendaten in einem halben ($\frac{1}{2}$) Intervall von Punkten herausgezogen werden können. Da jedoch der Anzeigerahmen abcd für die Anzeige der Straßenkarte aus der Vogelperspektive eine rechteckige Gestalt hat, aber der wirkliche Anzeigebereich ABCD auf der Straßenkarte trapezförmige Gestalt hat, ist die Beziehung zwischen der Stauchung und der Aufweitung unterschiedlich entsprechend der Position innerhalb des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10. Folglich ist es nicht möglich, den Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, leicht zu bestimmen, wie oben beschrieben.

Dann wird in der ersten Ausführungsform der Prozentsatz r der Steuerung des Intervalls von Punkten entsprechend der folgenden Gleichung (1) auf der Basis einer Quadratwurzel des Verhältnisses der Bereiche zwischen jeden der Bereiche und der korrespondierenden Bereiche bestimmt.

Es wird angenommen, daß der Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, in dem niedrigsten Bereich ① auf eins gesetzt wird, und der jeweilige Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, als r2, r3 r4 und r5 für den Bereich ②, bzw. den Bereich ③, bzw. den Bereich ④ bzw. den Bereich ⑤ gesetzt wird.

$$\sqrt{\textcircled{1}} \text{ Fläche} / \textcircled{1}' \text{ Fläche} : \sqrt{\textcircled{2}} \text{ Fläche} / \textcircled{2}' \text{ Fläche} :$$

$$\sqrt{\textcircled{3}} \text{ Fläche} / \textcircled{3}' \text{ Fläche} : \sqrt{\textcircled{4}} \text{ Fläche} / \textcircled{4}' \text{ Fläche} :$$

$$\sqrt{\textcircled{5}} \text{ Fläche} / \textcircled{5}' \text{ Fläche} = 1 : r2 : r3 : r4 : r5 \quad (1)$$

Wie aus Gleichung (1) erkannt werden kann, wird der Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, in dem Maß größer, wie der anzuzeigende Bereich auf der Anzeige 10 höhergelegen ist.

Wie oben beschrieben, werden Daten der Interpolationspunkte auf der jeweiligen Linie in gesteuerten Intervallen der Punkte nach dem zuvor gesetzten Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten herausgezogen. Z.B. ist in einem Fall, in dem der Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, zwei ist, ist das Intervall von Punkten eins für die zwei folgenden Interpolationspunkte. Außerdem ist in einem Fall, in dem der Prozentsatz der Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Liniendaten herausgezogen werden, drei ist, wird ein erster von jeweils drei auf einander folgenden Interpolationspunkten herausgezogen, und die jeweils übrigen zwei auf einander folgenden Interpolationspunkte werden nicht herausgezogen, der erste der nächsten drei auf einander folgenden Interpolationspunkte wird herausgezogen und die nächsten übrig bleibenden zwei auf einander folgenden Interpolationspunkte werden nicht herausgezogen.

Unter Bezug zurück zu Fig. 7 spezifiziert die CPU 4 in Schritt S112, in welchem der Anzeigebereiche der Anzeige 10 die Liniendaten der Straße und Eisenbahn angezeigt werden soll, und bestimmt, ob die Daten in dem spezifizierten Bereich der Anzeige nach Tabelle 7 aufgrund des spezifizierten Anzeigebereichs und der hierarchischen Stufe angezeigt werden sollen.

Falls in Schritt S112 die in dem Anzeigebereich anzuzeigenden Daten vorliegen (JA), verzweigt die Routine zu Schritt S114. Falls in Schritt S112 die anzuzeigenden Daten nicht vorliegen (NEIN), verzweigt die Routine zu einem Schritt S122 von Fig. 8.

In Schritt S114 werden die Liniendaten, die die Interpolationspunkte der Strecke bilden, entsprechend dem korrespondierenden Prozentsatz r der Steuerung des Intervalls von Punkten herausgezogen, und die Routine verzweigt zu einem Schritt S116.

In Schritt S116 werden die Straßendaten einschließlich der herausgezogenen Interpolationspunkte der Koordinatentransformation in die Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive unterzogen, und die transformierten Daten werden in dem V-RAM 12 gespeichert. Das V-RAM 12 dient zur vorübergehenden Speicherung der anzuzeigenden Bilddaten, die koordinatentransformiert worden sind.

In dem Fall, in dem die Daten Zeichendaten oder Polygondaten sind, spezifiziert die CPU 4 andererseits in Schritt S116, in welcher der Anzeigebereiche diese Daten anzuzeigen sind, und bestimmt, ob diese Daten in dem spezifizierten Bereich der Anzeige nach Tabelle 7 aufgrund des spezifizierten Anzeigebereichs und der hierarchischen Stufe angezeigt werden sollen, wie oben beschrieben.

Falls in Schritt S118 die in dem spezifizierten Bereich anzuzeigenden Daten vorliegen (JA), verzweigt die

Routine zu Schritt S120. Falls in Schritt S118 die in dem spezifizierten Bereich anzuzeigenden Daten nicht vorliegen (NEIN), verzweigt die Routine zum Schritt S122.

In Schritt S120 werden die anzuzeigenden Daten der Koordinatentransformation unterzogen, um so in Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive transformiert zu werden, und die transformierten Daten werden im V-RAM 12 gespeichert.

Es wird bemerkt, daß ein Grund dafür, daß die Polygondaten nicht der Steuerung des Intervalls von Punkten für das Herausziehen von Polygondaten unterliegen, ist unter Bezug auf Fig. 10A und Fig. 10B wie folgt:

Es wird z. B. angenommen, daß bei den Interpolationspunkten der in Fig. 10A gezeigten Polygondaten jeweils ein von zwei auf einander folgenden Interpolationspunkten herausgezogen wird. Dazu verformt sich die Gestalt des herausgezogenen Polygons zu dem in Fig. 10B gezeigten, so daß die Gestalt merklich verändert wurde. Obgleich Polygondaten eine Art von Liniendaten sind, wird die Steuerung des Intervalls von Punkten, in denen die Daten herausgezogen werden, nicht für Polygondaten ausgeführt, um solch eine Unbequemlichkeit, wie oben unter Bezug auf Fig. 10A und 10B beschrieben, zu vermeiden.

Unter Bezug zurück zu Fig. 8 bestimmt die CPU 4 in Schritt S122, ob die oben beschriebene Verarbeitung für alle vom CDROM (CD-ROM) 8 gelesenen und im RAM 13 gespeicherten Straßenkartendaten ausgeführt worden ist.

Falls in Schritt S122 alle Straßenkartendaten der oben beschriebenen Folge von Bearbeitungsschritten unterzogen worden sind (JA), kehrt die Routine zu Schritt S110 zurück.

In Schritt S124 beauftragt die CPU 4 die grafische Steuerung 11, die im V-RAM 12 gespeicherten Straßenkartendaten aus der Vogelperspektive an die Anzeige 10 auszugeben und die grafischen Zeichnungsoperation auszuführen. Dazu zeigt die Anzeige 10 an und überlagert die optimale Reiseroute zum Ziel und die Markierung, die die gegenwärtige Position des Fahrzeugs bezeichnet, auf der Straßenkarte aus der Vogelperspektive auf seinen Bildschirm.

Im nächsten Schritt S126 bestimmt die CPU 4, ob das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt wurde oder um einen vorbestimmten Winkel oder mehr gewendet wurde oder nicht.

Falls das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt wurde oder um einen vorbestimmten Winkel oder mehr gewendet wurde (Ja in Schritt S126), kehrt die Routine zum Schritt S104 zurück, um die oben beschriebene Folge von Bearbeitungsschritten zu wiederholen, um so die Straßenkarte aus der Vogelperspektive zu aktualisieren.

Es wird bemerkt, daß, obgleich in der ersten Ausführungsform als externe Speichereinheit mit der großen Kapazität ein CD-ROM (CDROM) 8 benutzt wird, alternativ jede beliebige Speichereinheit wie etwa eine optomagnetische Platte (MO), eine PD (Optische Platte mit variabler Phase) oder magnetisches Band benutzt werden kann.

Es wird bemerkt, daß die Parameter, die die Vogelperspektive bestimmen, wie z. B. der Blickpunkt oder die Sichtlinie, in Schritt S100 initialisiert werden.

(Zweite Ausführungsform)

Die Hardware-Struktur des Fahrzeugnavigationsapparats in der zweiten bevorzugten Ausführungsform ist dieselbe wie die in Fig. 1 gezeigte in der ersten Ausführungsform.

Das Grundkonzept der in Fig. 2 gezeigten Darstellung aus der Vogelperspektive ist anwendbar auf dasjenige in der zweiten Ausführungsform.

Genauso wie in der ersten Ausführungsform wird die gegenwärtige Position des Fahrzeugs, in dem die zweite Ausführungsform des Fahrzeugnavigationsapparats montiert ist, als $F(C_x, C_y)$ ausgedrückt, und die Position des Blickpunkts B und die Sichtlinie werden so bestimmt, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs im Zentrum des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 angezeigt wird. In der zweiten Ausführungsform wird jedoch der angezeigte Bereich ABGH, der mit dem untersten Bereich abgh der Anzeige 10 korrespondiert, eine erste Flasche genannt, und der angezeigte, in Fig. 6 veranschaulichte Bereich GHDC, der mit dem oberen Halbbereich ghdc der Anzeige 10 korrespondiert, wird eine zweite Fläche genannt. Es wird bemerkt, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs $F(C_x, C_y)$ in die Mitte der in Fig. 2 gezeigten Seite GH plaziert ist.

Die in dem CDROM 8 gespeicherten Straßenkartendaten sind generell dieselben wie diejenigen, die in der ersten Ausführungsform beschrieben wurden.

Zusätzlich sind in der zweiten Ausführungsform zwei hierarchische Straßenkartendaten einer ersten Hierarchie und einer zweiten Hierarchie zuvor in dem CDROM 8 gespeichert.

Die Straßenkartendaten der ersten Hierarchie sind Daten mit einem hohen Grad an Einzelheiten. Z.B. schließen die Daten der ersten Hierarchie die Straßendaten mit allen der Hierarchiestufen 0 bis 4 aus den Straßenarten in der Hierarchie ein, formatiert wie in Tabelle 14 gezeigt, ferner die Verwaltungsbezirke aller hierarchischen Stufen, wie Hauptstadtbezirk, Regierungsbezirk, Großstadt, Stadt, Dorf, Unterbezirk und Stadtteil (Verwaltungseinheit), und die Information über Haupteinrichtungen aller hierarchischen Stufen. Die Straßenkartendaten in der ersten Hierarchie sind aufgeteilt und werden verwaltet in engen regionalen Maschen, und sie werden eingelesen in den Einheiten dieser engen regionalen Maschen, wie oben beschrieben. Dann wird die Koordinatentransformation der Straßenkartendaten in der ersten Hierarchie in die die gegenwärtige Position des Fahrzeugs umgebende Straßenkarte ausgeführt, so daß sie in dem unteren Halbbereich abgh der Anzeige 10 angezeigt werden.

Andererseits sind die Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie die Straßendaten mit einem groben Raster (niedriger Grad an Einzelheiten). Z.B. schließen die Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie die in Tabelle 14 gezeigten Straßendaten mit den Hierarchiestufen 3 bis 4 ein, ferner die Verwaltungsbezirke der Haupthierarchiestufen 3 bis 4, wie etwa Hauptstadtbezirk, Regierungsbezirke (in den U.S. States), und die

Haupteinrichtungen in den korrespondierenden Hierarchiestufen. Die Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie sind aufgeteilt und werden verwaltet in breiteren regionalen Maschen, und jede der breiteren regionalen Maschen wird durch die CPU 4 gelesen. Die Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie werden koordinatentransformiert in die vogelperspektivisch dargestellten Straßenkartendaten, in denen die Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie in den Anzeigebereich platziert werden, der weit von der gegenwärtigen Position entfernt ist, aber der in der Nähe des Ziels liegt. Die Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie werden in dem oberen Halbbereich ghd der Anzeige 10 angezeigt (wie in Fig. 15 gezeigt).

Als nächstes zeigen die Fig. 11 und 12 zusammen das betriebliche Flußdiagramm im Fall der zweiten Ausführungsform.

Die Schritte SS100 bis SS106 sind generell dieselben wie die in Fig. 7 gezeigten Schritte S100 bis S106.

Fig. 13 zeigt die zweidimensionale X-Y-Ebene mit der Z-Achse des in Fig. 2 gezeigten, dreidimensionalen X-Y-Z-Koordinatensystems als Ursprung.

Da die gegenwärtige Position des Fahrzeugs, die mit $F(C_x, C_y)$ bezeichnet wird, bereits in Schritt SS100 bestimmt worden ist, kann der auf den Punkt $E'(V_x, V_y)$ auf der X-Y-Ebene projizierte Blickpunkt abgeleitet werden durch Subtraktion eines Vektors $E'F$ von der gegenwärtigen, mit $F(C_x, C_y)$ bezeichneten Position des Fahrzeugs, wie in Tabelle 13 gezeigt.

Es wird bemerkt, daß für den Fall der Anzeige der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs in irgend einem der Positionen außer dem Zentrum des Anzeigerahmens abcd wegen der Konstanz einer Höhe VZ des Blickpunkts und der Richtung der Sichtlinie eine Korrelation zwischen dem Blickpunkt E und dem Anzeigebereich ABCD einzigartig definiert ist, so daß der auf den Punkt $E'(V_x, V_y)$ projizierte Blickpunkt durch eine leichte Modifikation der in Tabelle 13 gezeigten Gleichung berechnet werden kann.

Unter Rückbezug auf Fig. 11 berechnet die CPU 4 in Schritt SS108 die Eckpunkte der ersten und der zweiten Fläche.

Fig. 14 zeigt einen Anzeigebereich $A''B''C''D''$ in einem $X''-Y''$ -Koordinatensystem derart, daß der Anzeigebereich ABCD in dem X-Y-Koordinatensystem in Fig. 13 parallel versetzt ist, so daß der auf den Punkt $E'(V_x, V_y)$ projizierte Blickpunkt den Ursprung vorsieht, und danach wurde das X-Y-Koordinatensystem gedreht, so daß die Richtung der Sichtlinie $E'F$ die Y-Achse überlappt ($\Phi = 90$ Grad). Es wird bemerkt, daß, wie in Fig. 14 gezeigt, n eine Länge in der Y-Achsenrichtung der ersten Fläche bezeichnet, wenn die Länge des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$ in der X-Achsenrichtung zu eins gesetzt ist, und normalerweise gilt $0 < n < 1$.

Wie in Fig. 15 gezeigt, wird zusätzlich in einem Längenverhältnis die seitliche Breite des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 zu eins gesetzt, und seine längliche Breite ist S . Dann wird angenommen, daß die Entfernung vom Blickpunkt $E(V_x, V_y, V_z)$ bis zum Anzeigerahmen abcd DS ist, und ein Winkel, mit dem die Sichtlinie Ef eine gerade Linie Eg schneidet, ist ein halber Augenöffnungswinkel α (halber Spreizwinkel).

Die in Fig. 13 gezeigten Eckpunkte A, B, C, D, G und H korrespondieren mit den in Fig. 14 gezeigten Eckpunkten A'', B'', C'', D'', G'' bzw. H'' .

Jede Koordinate der Eckpunkte A'', B'', G'' und H'' in der ersten Fläche und der Eckpunkte G'', H'', F'' und C'' in der zweiten Fläche sind in Tabelle 12 wiedergegeben.

Wie oben beschrieben, ist das $X''-Y''$ -Koordinatensystem ein derartiges Koordinatensystem, daß der Anzeigebereich ABCD in dem X-Y-Koordinatensystem parallel versetzt ist, so daß der auf den Punkt $E'(V_x, V_y)$ projizierte Blickpunkt den Ursprung vorsieht, und ist gedreht, so daß die Richtung der Sichtlinie $\Phi 90$ Grad abgibt. In der Praxis kann die Richtung der Sichtlinie Φ von 0 bis zu 360 Grad ($1 \leq \Phi \leq 360^\circ$) überstreichen, und es ist notwendig, die Koordinatenachsen um $\Delta\Phi$ zu drehen, was die Differenz zwischen der wirklichen Richtung der Sichtlinie und 90° ist.

Fig. 16 zeigt einen Anzeigebereich $A'B'C'D'$ im $X'-Y'$ -Koordinatensystem, derart daß der Anzeigebereich $A''B''C''D''$ des $X''-Y''$ -Koordinatensystems um $\Delta\Phi$ gedreht ist. In Fig. 16 korrespondieren die Eckpunkte A'', B'', C'', D'', G'' und H'' mit den Eckpunkten A', B', C', D', G' bzw. H' in dem $X'-Y'$ -Koordinatensystem.

Eine Rotationsmatrix R zur Drehung der Koordinatenachsen um $\Delta\Phi$ ($= \Phi - 90$ Grad) ist als Tabelle 10 ausgedrückt. Daher kann jede Koordinate der Eckpunkte A', B', G' und H' in der ersten Fläche und der Eckpunkte G', H', D' und C' in der zweiten Fläche im $X'-Y'$ -Koordinatensystem wie in Tabelle 11 abgeleitet werden.

Da das $X'-Y'$ -Koordinatensystem derart ist, daß der in Fig. 13 gezeigte Anzeigebereich ABCD im X-Y-Koordinatensystem parallel versetzt ist, so daß der auf den Punkt $E'(V_x, V_y)$ projizierte Blickpunkt den Ursprung vorsieht, ist zusätzlich jeder der Eckpunkte A', B', C', D', G' und H' parallel um V_x in Richtung der X-Achse und um V_y in Richtung der Y-Achse versetzt, um die entsprechenden Eckpunkte A, B, G und H in der ersten Fläche und G, H, D und C in der zweiten Fläche im X-Y-Koordinatensystem abzuleiten, wie in Tabelle 9 gezeigt.

Da die Koordinaten jedes Eckpunkts in der ersten Fläche ABGH und in der zweiten Fläche GHDC in dem X-Y-Koordinatensystem berechnet wurden, wie oben beschrieben, verzweigt die Routine zu einem Schritt SS110 von Fig. 11.

In Schritt SS110 wählt die CPU 4 die regionalen Maschen einschließlich der ersten Fläche ABGH aus den in der ersten Hierarchie in dem CDROM 3 gespeicherten Straßenkartendaten aus. Da wie oben beschrieben der hohe Grad an Einzelheiten in dem Anzeigebereich ABGH in dem untersten Bereich abgh der Anzeige 10 anzuzeigen ist, ist es notwendig, die regionalen Maschen einschließlich der ersten Fläche aus den in der ersten Hierarchie mit Einzelheiten gespeicherten Straßenkartendaten zu lesen.

Fig. 17a zeigt die erste Fläche ABGH überlagert auf die Straßenkartendaten in der ersten Hierarchie, die in das X-Y-Koordinatensystem auf der Basis der X- und Y-Koordinaten der Eckpunkte A, B, G und H aufgeweitet wurden. Wie in Fig. 17a gezeigt, ist die erste Fläche ABGH auf vier regionale Maschen der Straßenkarte in der ersten Hierarchie überlagert. In diesem Fall liest die CPU 4 selektiv die vier Maschen.

Im nächsten Schritt SS112 liest die CPU 4 die ausgewählten vier regionalen Maschen mit Straßenkartendaten

der ersten Hierarchie vom CDROM 8 und speichert sie in das RAM 13. Falls zu diesem Zeitpunkt irgend eine der vier regionalen Maschen mit Straßenkartendaten bereits in das RAM 13 eingelesen ist, liest die CPU 4 natürlich nur die anderen übrigen regionalen Maschen mit Straßenkartendaten.

In Schritt SS114 zieht die CPU 4 die Straßenkartendaten in der ersten Fläche ABGH aus den im RAM 13 gespeicherten Straßenkartendaten der ersten Hierarchie der vier regionalen Maschen heraus.

In Schritt SS116 berechnet die CPU 4 die Koordinatentransformation der herausgezogenen Straßenkartendaten in der ersten Fläche in das Koordinatensystem auf dem Anzeigebildschirm der Anzeige 10 in der folgenden Reihenfolge, nämlich das Koordinatensystem auf dem Anzeigebildschirm in die Straßenkartendaten in der Darstellung aus der Vogelperspektive, und die Daten werden in das V-RAM 12 gespeichert.

Fig. 18 zeigt ein $E_x E_y E_z$ -Koordinatensystem in einem Fall, in dem der Blickpunkt $E(V_x, V_y, V_z)$ der Ursprung ist, und die Sichtlinie EF als Z-Achse genommen wird.

Fig. 19 zeigt ein $S_x S_y$ -Anzeigebildschirmkoordinatensystem auf dem Anzeigerahmen abcd der Anzeige 10.

Die Koordinaten (M_x, M_y) von willkürlichen Daten innerhalb der ersten Fläche ABGH in dem X-Y-Koordinatensystem werden in die Koordinaten (E_{x1}, E_{y1}, E_{z1}) in $E_x E_y E_z$ -Koordinatensystem transformiert, wie in Tabelle 8 gezeigt.

In Tabelle 8 bezeichnen (M_x'', M_y'') die Koordinaten im $X''-Y''$ -Koordinatensystem der Koordinaten (M_x, M_y) der willkürlichen Daten in dem X-Y-Koordinatensystem. Ferner werden die Koordinaten (E_{x1}, E_{y1}, E_{z1}) des $E_x E_y E_z$ -Koordinatensystems in die Koordinaten (S_{x1}, S_{y1}) in dem $S_x S_y$ -Anzeigebildschirmkoordinatensystem wie folgt transformiert:

$$S_{x1} = -DS \times E_{x1}/E_{z1} \text{ und} \\ S_{y1} = -DS \times E_{y1}/E_{z1}.$$

Unter Bezug auf Fig. 12 bestimmt die CPU, ob alle Daten innerhalb der ersten Fläche ABGH in die Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung koordinatentransformiert wurden. Falls unverarbeitete Daten übrig geblieben sind (NEIN in Schritt SS118), kehrt die Routine zu Schritt SS116 zurück, um die oben beschriebene Verarbeitungsfolge zu wiederholen.

Falls die Koordinatentransformation mit allen Daten innerhalb der ersten Fläche beendet wurde (JA in Schritt SS118), verzweigt die Routine zu einem Schritt SS120.

In Schritt SS120 bis SS128 wird dieselbe Bearbeitungsfolge für die zweite Fläche GHDC in derselben Weise durchgeführt, wie im Fall der ersten Fläche.

In Schritt SS120 wählt die CPU 4 die regionalen Maschen, die die zweite Fläche GHDC bedecken, aus den Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie, die in dem CDROM (CD-ROM) 8 gespeichert sind, aus auf der Basis der X- und Y-Koordinaten von jeder der Eckpunkte der zweiten Fläche GHDC.

Da es, wie oben beschrieben, notwendig ist, eine generelle Straßenkarte (mit niedrigem Grad an Einzelheiten) des Anzeigebereichs GHDC auf dem oberen Halbbereich ghdc der Anzeige 10 anzuzeigen, ist es notwendig, die Straßenkarten der regionalen Maschen, die die zweite Fläche GHDC umschließen, aus den Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie heraus zu lesen.

Fig. 17B zeigt die zweite Fläche GHDC über die Straßenkarte der zweiten Hierarchie überlagert, welche in das X-Y-Koordinatensystem aufgeweitet wurde auf der Basis der X- und Y-Koordinaten der Eckpunkte G, H, D und C.

Die regionalen Maschen der Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie sind weiter als die der Straßenkartendaten in der ersten Hierarchie. Die zweite Fläche GHDC überdeckt vier regionale Maschen in der zweiten Hierarchie, und diese vier regionalen Maschen werden gelesen und als die ausgewählten regionalen Maschen ausgewählt.

In dem folgenden Schritt SS122 liest die CPU 4 die ausgewählten Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie in den vier regionalen Maschen und speichert sie im RAM 13.

Es wird bemerkt, daß, falls irgend eine oder mehrere Straßenkarten in den vier regionalen Maschen bereits in RAM 13 gespeichert sind, dazu die Straßenkartendaten der verbleibenden regionalen Maschen gelesen werden.

In Schritt SS124 zieht die CPU 4 die in der zweiten Fläche eingeschlossenen Straßenkartendaten aus den in RAM 13 gespeicherten Daten der vier regionalen Maschen in der zweiten Hierarchie heraus.

In Schritt SS126 werden die Straßenkartendaten innerhalb der herausgezogenen zweiten Fläche in das $S_x S_y$ -Koordinatensystem des Anzeigebildschirms der Anzeige 11 koordinatentransformiert, d. h., in die Straßenkartendaten in der vogelperspektivischen Darstellung gebracht, und werden in dem V-RAM 12 gespeichert.

In Schritt SS128 bestimmt die CPU 4, ob alle Daten innerhalb der zweiten Fläche GHDC in die Daten der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung koordinatentransformiert worden sind. Falls es unverarbeitete Daten gibt (NEIN in Schritt SS128), kehrt die Routine zu Schritt SS126 zurück, um die oben beschriebene Verarbeitungsfolge zu wiederholen.

Falls die Koordinatentransformation für alle Daten beendet worden ist (JA in Schritt SS128), verzweigt die Routine zu Schritt SS130.

In Schritt SS130 überträgt die CPU 4 die Straßenkartendaten in der vogelperspektivischen Darstellung der ersten Fläche ABGH und der zweiten Fläche GHDC an die Anzeige 10 über die grafische Steuerung 11, und die Daten werden darauf grafisch gezeichnet. Dazu werden die optimale Reiseroute zum Ziel und die Markierung, die die gegenwärtige Position des Fahrzeugs darstellt, auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung überlagert.

In dem folgenden Schritt SS132 bestimmt die CPU 4, ob das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt wurde oder um einen vorbestimmten Winkel oder mehr gedreht wurde. Falls die CPU 4 bestimmt, daß das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt wurde oder um einen vorbestimmten Winkel oder mehr

gedreht wurde (JA in Schritt SS132), kehrt die Routine zu Schritt SS104 zurück, um die oben beschriebenen Verarbeitungsfolgen zu wiederholen, so daß die gesamte Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung aktualisiert wird.

Es wird bemerkt, daß die Anzahl der regionalen Maschen auf den von dem CD-ROM (CDROM) 8 zu lesenden Straßenkartendaten vorgeschrieben sind entsprechend einer maximalen Länge aus den Längen zwischen den entsprechenden Eckpunkten in Anzeigebereich ABGH und Anzeigebereich GHDC.

Z.B. wird für eine Anzeige 10 mit dem normalen Anzeigerahmen abcd die Anzahl der aus den Straßenkartendaten der ersten Hierarchie zu lesenden, regionalen Maschen bestimmt entsprechend der Länge L1 zwischen dem Eckpunkt A und dem Eckpunkt G (oder Länge zwischen dem Eckpunkt B und dem Eckpunkt H), wie in Fig. 20A für den Anzeigebereich ABGH gezeigt. Die Anzahl der zu lesenden, regionalen Maschen wird aus den Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie entsprechend der Länge L2 zwischen den Eckpunkten H und C (oder einer Länge zwischen dem Eckpunkt G und dem Eckpunkt D) für den Anzeigebereich GHDC bestimmt.

Zusätzlich kann für die Anzeige 10 mit einem relativ kleinen S (Breite in Längsrichtung), d. h. einem breiten Anzeigerahmen, eine Länge L1 zwischen dem Eckpunkt G und dem Eckpunkt H für den in Fig. 15 gezeigten Anzeigebereich ABGH die Anzahl der aus den Straßenkartendaten in der ersten Hierarchie zu lesenden, regionalen Maschen bestimmen, wie in Fig. 20B gezeigt.

Die Anzahl der aus den Straßenkartendaten in der zweiten Hierarchie zu lesenden (auszuwählenden), regionalen Maschen wird entsprechend einer Länge L2 zwischen dem Eckpunkt C und dem Eckpunkt D für den Anzeigebereich GHDC bestimmt. Mit anderen Worten, wenn eine maximale Länge L zwischen den jeweiligen zwei Eckpunkten, wie in Fig. 21 gezeigt, ist $L \leq L_m \times m$ (L_m bezeichnet eine Länge einer kürzeren Seite in jeder der regionalen Maschen, und m bezeichnet einen kleinsten, ganzzahligen Wert der regionalen Maschen, der die Gleichung $L \leq L_m \times m$ befriedigt, und z. B. im Fall von Fig. 21 $m = 1$ ist), braucht die CPU 4 die Straßenkartendaten in den Einheiten der $(m + 1)^2$ Anzahl der regionalen Maschen zu lesen (auszuwählen). Im Fall des Beispiels von Fig. 21 ist genauer der minimale Wert von m , der die Gleichung $L \leq L_m \times m$ befriedigt, eins, da $L < L_m$ ist. Deshalb ist hier die Anzahl der durch die CPU 4 auszuwählenden, regionalen Maschen vier. In dem Fall des Beispiels, in dem $L > L_m$ ist, ist die minimale Zahl von m , die $L \leq L_m \times m$ befriedigt, neun. Es ist notwendig, eine Speicherkapazität für das RAM 13, das vorübergehend die gelesenen Straßenkartendaten speichert, sicherzustellen, die in der Lage ist, mindestens die Straßenkartendaten der regionalen Maschen mit der Anzahl $(m + 1)^2$ zu speichern. Im Gegensatz muß die Speicherkapazität für die vorübergehende Speicherung der gelesenen Daten, die von der Speichereinheit mit den großen Speicherbereichen gelesen wurden, und die die gesamten Straßenkartendaten speichert, eine Größe haben, die in der Lage ist, mindestens die Straßenkartendaten zu speichern, die mit der Anzahl $(m + 1)^2$ an regionalen Maschen mit der größeren Zahl von Daten pro Masche innerhalb der Straßenkartendaten der ersten Hierarchie und der Straßenkartendaten der zweiten Hierarchie korrespondiert. Folglich ist ein wirtschaftlicher Entwurf möglich.

Obgleich in der zweiten Ausführungsform mit den Straßenkartendaten mit den zwei Hierarchien, die sich im Grad am zuvor gespeicherten Einzelheiten unterscheiden, die Straßenkartendaten mit den Hierarchien, die mit den jeweiligen Anzeigebereichen der Anzeige 10 korrespondieren, gelesen werden, kann die Zahl der Hierarchien in den in der Speichereinheit gespeicherten Straßenkartendaten drei oder mehr sein. In diesem Fall wird die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung auf dem untersten Bereich der Anzeige 10 auf der Basis der Straßenkartendaten mit dem höchsten Grad an Einzelheiten gezeichnet, und in dem Maße, in dem der Anzeigebereich höher gelegen ist, wird die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung mit einem entsprechend geringeren Grad an Einzelheiten darüber grafisch gezeichnet.

D.h., in dem Maße, in dem die Arten der Straßenkarten mit unterschiedlichen Graden an Einzelheiten vermehrt werden, wird der Grad an Einzelheiten stufenweise geringer, je höhergelegen der Bereich der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung auf dem Bildschirm der Anzeige 10 angezeigt wird, d. h., je mehr der Anzeigebereich vom der Umgebung der gegenwärtigen Position zu der Umgebung des Ziels wandert. Folglich kann die Straßenkarte auf dem gesamten Anzeigebereich auf dem Bildschirm näherungsweise dreidimensional betrachte werden, mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl für Tiefe.

(Dritte Ausführungsform)

Fig. 22 zeigt ein betriebliches Flußdiagramm, das durch eine dritte bevorzugte Ausführungsform der Fahrzeugnavigationsapparats nach der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird.

Das Grundkonzept der vogelperspektivischen Darstellung im Fall der dritten Ausführungsform und die grundlegende Hardware-Struktur der dritten Ausführungsform sind dieselben wie jene im Fall der ersten und der zweiten Ausführungsform (siehe Fig. 1, 2 und 13).

Die Schritte SSS100 bis SSS106 sind generell dieselben wie die in Fig. 11 gezeigten Schritte SS100 bis SS106.

In einem Schritt SSS108 wird die Position des Blickpunkts E und die Sichtlinie EF so bestimmt, daß die gegenwärtige Position des Fahrzeugs F (C_x, C_y) auf dem Zentrum des Anzeigerahmens abcd der Anzeige angezeigt wird. In der dritten Ausführungsform sind die Z-Achsen-Koordinate V_z (im folgenden als Höhe des Blickpunkts bezeichnet) des Blickpunkts E und der Herabblickwinkel θ vorbestimmte Werte, die zuvor gesetzt wurden.

Jeder Eckpunkt des Anzeigebereichs ABCD wird in einem Schritt SSS110 berechnet.

Die in der Erläuterung der zweiten Ausführungsform benutzte Fig. 13 zeigt die X-Y-Ebene, wenn in dem in Fig. 2 gezeigten dreidimensionalen Koordinatensystem $Z = 0$ ist.

Der auf den Punkt E' (V_x, V_y) auf der X-Y-Ebene projizierte Blickpunkt E (V_x, V_y, V_z) wird berechnet wie in Tabelle 13 ausgedrückt.

Es wird bemerkt, daß in dem Fall, in dem die gegenwärtige Position des Fahrzeugs in einer Position außer dem

Mittelpunkt des Anzeigerahmens abcd angezeigt wird, die Korrelation zwischen dem Blickpunkt E und dem Anzeigebereich ABCD gleichmäßig definiert ist, da die Höhe des Blickpunkts V_z und die Richtung der Sichtlinie konstant sind, so daß die leichten Modifikationen in der Gleichung von Tabelle 13 die Berechnung des projizierten Punktes E' erlauben. Z.B. in dem Fall, in dem die gegenwärtige Position des Fahrzeugs in einer niedrigeren Position unterhalb eines Schnittpunkts (f) angezeigt wird, bei dem die Links-Rechts-Mittellinie (gh) und die

Oben-Unten-Mittellinie (vertikale Linie) sich schneiden (siehe Fig. 15), kann der Herabblckwinkel θ so ausgewählt werden, daß ein Teil von $(V_z/\tan\theta)$ in der Gleichung von Tabelle 13 klein wird.

Das X-Y-Koordinatensystem von Fig. 13 ist parallel versetzt, so daß der auf den Punkt E' (V_x, V_y) projizierte Blickpunkt den Ursprung ergibt, um so das in Fig. 23 gezeigte $X'-Y'$ -Koordinatensystem zu setzen.

Ferner ist das $X'-Y'$ -Koordinatensystem gedreht, so daß die Richtung der Sichtlinie Φ auf die Y'' -Achse überlagert ist, um so das $X''-Y''$ -Koordinatensystem zu setzen.

Es wird bemerkt, daß, wie in dem im Fall der zweiten Ausführungsform benutzten Fig. 15 gezeigt, die Querachse des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 eins ist, die Längsachse S ist, die Entfernung von dem Blickpunkt E (V_x, V_y, V_z) zum Anzeigerahmen abcd DS ist, und der Winkel, unter dem die Sichtlinie Ef die gerade Linie Eg schneidet, als der oben beschriebene, halboffene (Spreiz-) Winkel α bezeichnet wird.

Der Anzeigebereich ABCD in dem in Fig. 13 gezeigten X-Y-Koordinatensystem korrespondiert mit dem Anzeigebereich $A''B''C''D''$ des $X''-Y''$ -Koordinatensystems von Fig. 23.

Die Koordinaten jedes Eckpunkts des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$ in dem neuen $X''-Y''$ -Koordinatensystem sind wie in der Tabelle 12 außer G'' , H'' und $D3$ wiedergegeben.

Als nächstes werden die Koordinaten eines jeden Eckpunkts des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$ in dem $X'-Y'$ -Koordinatensystem unter Berücksichtigung der Richtung der Sichtlinie Φ bestimmt. Da das $X'-Y'$ -Koordinatensystem die Drehung des $X''-Y''$ -Koordinatensystems ist, werden die in der Tabelle 12 berechneten Koordinaten eines jeden Eckpunkts des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$ mittels einer Rotation der Koordinatenachsen transformiert, wie unten beschrieben:

$$\begin{aligned} A' &= R \times A'', \\ B' &= R \times B'', \\ C' &= R \times C'', \\ D' &= R \times D'', \end{aligned}$$

$$\text{wobei } R = \begin{Bmatrix} \sin \phi & \cos \phi \\ -\cos \phi & \sin \phi \end{Bmatrix}$$

Ferner wird jeder Eckpunkt des Anzeigebereichs ABCD in dem X-Y-Koordinatensystem auf der Basis der Koordinaten eines jeden Eckpunkts des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$ in dem $X'-Y'$ -Koordinatensystem berechnet. Da das X-Y-Koordinatensystem eine Parallelverschiebung des $X'-Y'$ -Koordinatensystems ist, wird die Koordinatentransformation mit den Koordinaten eines jeden Eckpunkts des Anzeigebereichs $A''B''C''D''$, die in der Tabelle 12 berechnet und die um V_x in Richtung der X-Achse und um V_y in Richtung der Y-Achse parallel versetzt sind, wie folgt ausgeführt:

$$\begin{aligned} A &= A' + P, \\ B &= B' + P, \\ C &= C' + P, \\ D &= D' + P, \end{aligned}$$

$$\text{wobei } P = \begin{Bmatrix} V_x \\ V_y \end{Bmatrix}$$

In einem in Fig. 22 gezeigten Schritt SSS112 liest die CPU 4 die Straßenkartendaten mit einem Umfang (erforderliche regionale Maschen) einschließlich des Anzeigebereichs ABCD aus den in dem CD-ROM (CDROM) 8 gespeicherten Straßenkartendaten und speichert sie in das RAM 13, wie in Fall der zweiten Ausführungsform.

Es wird bemerkt, daß der Inhalt der Speichereinheit, d. h. des CD-ROM 8 generell derselbe wie im Fall der ersten Ausführungsform ist.

Als nächstes führt die CPU 4 in einem Schritt SSS114 eine grafische Zeichenroutine für Linien geographischer Längen und Breiten aus, wie später beschrieben wird, so daß die Linien der Längen und Breiten auf dem Bildschirm der Anzeige 10 gezeichnet werden.

Im folgenden Schritt SSS116 führt die CPU 4 die Koordinatentransformation für die von dem CD-ROM 8 gelesenen Straßenkartendaten in der X-Y-Ebene (zweidimensionale Ebene) in die auf dem Bildschirm der Anzeige 10 anzuzeigenden Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung durch. Die genaue Erläuterung dieser Koordinatentransformation wird später gegeben.

In einem Schritt SSS118 werden die Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung zum V-RAM

12 übertragen und auf der Anzeige 10 über die grafische Steuerung 11 gezeichnet, und die Fahrzeugmarkierung, die die gegenwärtige Position des Fahrzeugs darstellt, und die optimale Reiseroute werden auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung auf der Anzeige überlagert.

In einem Schritt SSS120 überlagert die CPU 4 und zeichnet grafisch die Zeicheninformation auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung während der Anzeige. Es wird bemerkt, daß, obgleich die Straßenkarte in die vogelperspektivische Darstellungsform koordinatentransformiert wurde, die Zeicheninformation nicht in die vogelperspektivische Darstellung transformiert wird.

In einem Schritt SSS122 bestimmt die CPU 4, ob das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt oder das Fahrzeug um den vorbestimmten Winkel oder mehr gedreht wurde. Falls das Fahrzeug um eine vorbestimmte Entfernung bewegt oder das Fahrzeug um den vorbestimmten Winkel oder mehr gedreht wurde, kehrt die Routine zu Schritt SSS106 zurück, um die obige Verarbeitungsfolge zu wiederholen und die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung zu aktualisieren.

Als nächstes wird die genaue Erläuterung der Koordinatentransformation der Straßenkartendaten in der zweidimensionalen Ebene des X-Y-Koordinatensystems in die Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung, die auf dem Bildschirm der Anzeige 10 angezeigt werden, gegeben.

Fig. 24 zeigt eine Beziehung zwischen dem ExEyEz-Koordinatensystem mit dem Blickpunkt E (V_x, V_y, V_z) als dem Ursprung und der Sichtlinie EF auf der Z-Achse überlagert, dem SxSy-Anzeigekoordinatensystem mit einem Zentrum des Anzeigerahmens abcd der Anzeige 10 als dem Ursprung und dem Anzeigebereich ABCD.

Es wird angenommen, daß die Koordinaten eines willkürlichen Straßenkartendatums PP in dem X-Y-Koordinatensystem (M_x, M_y) sind.

Wie in Fig. 23 gezeigt, werden, unter Parallelverschiebung des X-Y-Koordinatensystems zum Setzen des X'-Y'-Koordinatensystems mit dem auf den gegebenen Punkt E' (V_x, V_y) projizierten Blickpunkt E als dem Ursprung, die Koordinaten (M_x'', M_y'') des willkürlichen Straßenkartendatums PP in dem X''-Y''-Koordinatensystem, das so gesetzt wurde, daß das X-Y-Koordinatensystem so gedreht wurde, daß die Sichtlinie (E'F) auf der Y''-Achse überlappt, im unteren Abschnitt (untere Gleichung) der Tabelle 8 ausgedrückt.

Die Koordinaten (M_x'', M_y'') des Datums PP in dem X''-Y''-Koordinatensystem werden in die Koordinaten (E_{x1}, E_{y1}, E_{z1}) in dem ExEyEz-Koordinatensystem koordinatentransformiert, wie im oberen Abschnitt (obere Gleichung) der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 15 zeigt die Koordinaten (E_{x1}, E_{y1}, E_{z1}) in dem ExEyEz-Koordinatensystem, die durch Substitution des unteren Abschnitts von Tabelle 8 in den oberen Abschnitt von Tabelle 8 und Modifikation der aufgestellten Gleichungen der Tabelle 8 abgeleitet wurden.

Ferner werden die Koordinaten (E_{x1}, E_{y1}, E_{z1}) des Datums PP in dem ExEyEz-Koordinatensystem in die Koordinaten (S_{x1}, S_{y1}) in dem SxSy-Anzeigekoordinatensystem in der folgenden Gleichung transformiert:

$$\begin{aligned} S_{x1} &= -DS \times E_{x1}/E_{z1}, \\ S_{y1} &= -DS \times E_{y1}/E_{z1}. \end{aligned}$$

Als nächstes zeigen Fig. 25 und Fig. 26 zusammen eine Unteroutine für das grafische Zeichnen von Linien geographischer Länge und Breite, das in dem in Fig. 22 gezeigten Schritt SSS114 ausgeführt wird.

Es wird angenommen, daß in dem vorangehenden Schritt SSS112 von Fig. 22 die CPU 4 die Straßenkartendaten im Umfang einschließlich der regionalen Maschen M1 bis M4, die den Anzeigebereich ABCD abdecken, liest, wie in Fig. 27 gezeigt.

In Fig. 27 werden die Koordinaten in dem X-Y-Koordinatensystem als x und y bezeichnet, und die der Eckpunkte A, B, C und D des Anzeigebereichs werden als (x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c) bzw. (x_d, y_d) bezeichnet.

Zusätzlich wird eine rechteckige Gestalt JK PQ angenommen, die den Anzeigebereich ABCD einschließt, und ihn durch gerade Linien parallel zur X- und Y-Achse einschließt. Die rechteckige Gestalt JK PQ ist ein Bereich, der vom X-Y-Koordinatensystem in das SxSy-Anzeigebildschirmkoordinatensystem zu transformieren ist.

Die folgenden Maximal- und Minimalwerte in der x- und y-Koordinate in der rechteckigen Gestalt JK PQ werden wie folgt definiert:

$$\begin{aligned} x_{\min} &= \min(x_a, x_b, x_c, x_d), \\ x_{\max} &= \max(x_a, x_b, x_c, x_d), \\ y_{\min} &= \min(y_a, y_b, y_c, y_d), \\ y_{\max} &= \max(y_a, y_b, y_c, y_d). \end{aligned}$$

Dazu sind die Koordinaten der Eckpunkte J, K, P und Q des zu transformierenden Bereichs (JK PQ) wie folgt:

$$\begin{aligned} (x_{\min}, y_{\min}) &= (J), (x_{\max}, y_{\min}) = (K), \\ (x_{\max}, y_{\max}) &= (P), (x_{\min}, y_{\max}) = (Q) \end{aligned}$$

Zusätzlich sind die Koordinaten eines Eckpunkts von einer (M3) der vier regionalen Maschen (M1 bis M4), die bezüglich des auf dem Punkt E' projizierten Blickpunkts in der unteren linken Ecke liegt, (x_s, y_s).

Fig. 28 zeigt eine ausgeweitete Darstellung des koordinatenzutransformierenden, rechteckförmigen Bereichs JK PQ.

Mit Bezug zurück auf Fig. 25, initialisiert die CPU 4 im einem Schritt S200 die Koordinate x zu x_s .

In einem Schritt S202 bestimmt die CPU 4, ob die Koordinate x gleich oder größer ist als der X-Achsenkoordinatenwert von x_{\min} in der Linie von JQ, oder nicht.

Falls $x \geq x_{\min}$ ist (JA in Schritt S202), verzweigt die Routine zu einem Schritt S206. Falls $x < x_{\min}$ ist (NEIN in

Schritt S202), verzweigt die Routine zu einem Schritt S204, in dem K1 (vorbestimmter Wert) zur Koordinate x addiert wird ($x \leftarrow x + K1$), und die Routine kehrt zu Schritt S202 zurück.

Falls $x \geq x_{\min}$ ist, falls nämlich die Koordinate x innerhalb des Bereichs JK PQ fällt (JA in Schritt S202), verzweigt die Routine zu Schritt S206, in dem die CPU 4 die Schnittpunkte (Kreuzungspunkte) $R_i(x_i, y_{\min})$, $T_i(x_i, y_{\max})$ ($i = 1, 2, \dots$) zwischen den Seiten JK und QP des zu transformierenden Bereichs und der Linie der Länge, die mit $X = x$ vorgeschrieben sind, berechnet.

In einem Schritt S208 transformiert die CPU 4 die Schnittpunkte R_i, T_i in die Punkte R'_i, T'_i in dem $S_x S_y$ -Anzeigebildschirmkoordinatensystem in der oben beschriebenen Prozedur.

In einem Schritt S210 zeichnet die CPU 4 grafisch eine gerade Linie, die beide Punkte R'_i und T'_i verbindet, d. h., die Linie der Länge. Die Linien der Länge R'_i und T'_i korrespondieren mit den Linien der Länge R_i und T_i im X-Y-Koordinatensystem in der X-Y-Ebene. In einem Schritt S212 wird der vorbestimmte Wert K1 zu der Koordinate x addiert, und die Routine verzweigt zu einem Schritt S214. In Schritt S214 bestimmt die CPU 4, ob die Koordinate x die X-Achsen-Koordinate x_{\max} der Linie KP übersteigt. Falls $x > x_{\max}$ (JA in Schritt S214), verzweigt die Routine zu einem Schritt S220. Falls $x \leq x_{\max}$, kehrt die Routine zu Schritt S206 zurück.

Folglich werden die Linien der geographischen Längen mit einem zum vorbestimmten Wert K1 korrespondierendem Linienabstand grafisch gezeichnet. Der vorbestimmte Wert K1 ist z. B. 200 m.

Als nächstes werden die Linien (Parallelen) der geographischen Breiten grafisch gezeichnet, wie in Fig. 26 gezeigt.

In einem Schritt S220 wird die Koordinate y zu y_0 . In einem folgendem Schritt S222 bestimmt die CPU 4, ob die Koordinate y gleich oder größer ist als der Y-Achsenkoordinatenwert von y_{\min} in der Linie von JK, oder nicht. Falls $y \geq y_{\min}$ ist (JA in Schritt S222), verzweigt die Routine zu einem Schritt S226. Falls $y < y_{\min}$ ist (NEIN in Schritt S222), verzweigt die Routine zu einem Schritt S224, in dem $y = y + K2$ ($y \leftarrow y + K2$) berechnet wird (K2 ist ein anderer vorbestimmter Wert), und die Routine kehrt zu Schritt S222 zurück.

Falls $y \geq y_{\min}$ ist (JA in Schritt S222), falls nämlich die Koordinate y innerhalb des zu transformierenden Bereichs JK PQ fällt, verzweigt die Routine zu Schritt S226, in dem die Schnittpunkte V_i, W_i berechnet werden.

Falls im Detail $y \geq y_{\min}$ ist, d. h., falls die Koordinate y innerhalb des zu transformierenden Bereichs JK PQ fällt, berechnet die CPU 4 die Schnittpunkte (Kreuzungspunkte) $V_i(y_i, x_{\min})$, $W_i(y_i, x_{\max})$ ($i = 1, 2, \dots$) zwischen den Seiten JQ und KP und jede Linie der geographischen Breiten, die mit $Y = y$ vorgeschrieben sind.

In einem Schritt S228 transformiert die CPU 4 die Schnittpunkte V_i, W_i in die Punkte V'_i, W'_i in dem $S_x S_y$ -Anzeigebildschirmkoordinatensystem in der oben beschriebenen Prozedur. In einem Schritt S230 zeichnet die CPU 4 grafisch gerade Linien, die beide Punkte V'_i und W'_i verbinden, nämlich die Linien der geographischen Breiten. Die Linien der geographischen Breiten V'_i, W'_i korrespondieren mit den Linien der Breiten V_i, W_i im X-Y-Ebene-Straßenkartenkoordinatensystem.

In einem Schritt S232 wird der vorbestimmte Wert K2 zu der Koordinate y addiert ($y \leftarrow y + K2$), und die Routine verzweigt zu einem Schritt S234.

In Schritt S234 bestimmt die CPU 4, ob die Koordinate y die Y-Achsen-Koordinate y_{\max} der Linie PQ übersteigt. Falls $y > y_{\max}$ (JA in Schritt S234), wird die vorliegende Unterroutine beendet. Falls $y \leq y_{\max}$ (NEIN in Schritt 234), kehrt die Routine zu Schritt S226 zurück.

So werden die Linien (Parallelen) der geographischen Breiten mit einem Linienabstand zur benachbarten Linie in der Größe des vorbestimmten Werts K2 grafisch gezeichnet. Der numerische Wert von K2 ist z. B. 200 m, (derselbe Wert wie der vorbestimmte Wert von K1).

Fig. 29 zeigt ein Anzeigebeispiel, in dem die Linien der Längen und Breiten, die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die Reiseroute zum Ziel auf der zweidimensionalen Straßenkarte grafisch gezeichnet sind. In dem in Fig. 29 gezeigten Beispiel sind die gleichem Abstände zwischen den benachbarten Linien der Längen und Breiten als gestrichelte Linien grafisch gezeichnet.

Fig. 30 zeigt ein Anzeigebeispiel, in dem die Linien der geographischen Längen und Breiten, die gegenwärtige Position des Fahrzeugs und die Reiseroute auf dem Anzeigebildschirm der Anzeige in vogelperspektivischer Darstellung gezeichnet sind, unter Benutzung des Navigationsapparats der dritten Ausführungsform in derselben Situation wie in Fig. 29 gezeigt.

Es wird jedoch bemerkt, daß in beiden Fig. 29 und Fig. 30 die Fahrzeugfortbewegungsrichtung nicht zum oberen Zentrum des Bildschirms hin gerichtet ist; dies ist so, weil die Richtung der Sichtlinie Φ derart definiert ist, daß ein Ortspunkt, der um eine vorbestimmte Entfernung entlang der optimalen Reiseroute vor der gegenwärtigen Position des Fahrzeugs liegt, in den oberen Bereich des Anzeigebildschirms plziert wurde.

Fig. 31 und Fig. 32 zeigen ein anderes Anzeigebeispiel, in dem das Fahrzeug, das an der in Fig. 29 und Fig. 30 gezeigten Position plziert war, sich auf der optimalen Reiseroute fortbewegt hat, und sich gerade nach rechts zu einem Punkt einer Verkehrskreuzung hin gedreht hat. Da in Fig. 32 die Richtung der Sichtlinie Φ zusammen mit der Fahrzeugbewegung und/oder -drehung verändert wird, kann erkannt werden, daß sich die Fahrzeugrichtung Φ bezüglich der Linien der Längen und Breiten von dem in Fig. 30 gezeigten Zustand verändert hat. Die Drehung der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung kann intuitiv verstanden werden entsprechend einer Veränderung in den Gradienten der Linien der Längen und Breiten.

Da, wie oben beschrieben, in der dritten Ausführungsform die Linien der geographischen Längen und Breiten überlagert und auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung angezeigt werden, und diese aktualisiert wird, sooft das Fahrzeug sich um eine vorbestimmte Entfernung fortbewegt oder um einen vorbestimmten Winkel gedreht hat, kann das Gefühl für Perspektive und Entfernung in der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung verbessert werden. Die Richtung der Straßenkarte kann leicht erfaßt werden, so daß die Fortbewegungsrichtung des Fahrzeugs ebenso erfaßt werden kann.

Besonders wenn das Fahrzeug seine Fortbewegungsrichtung durch eine Wende nach rechts oder nach links geändert hat, kann die Veränderung der Fortbewegungsrichtung nicht klar erkannt werden, wenn die Linien der

Längen und der Breiten nicht vorhanden sind. Jedoch werden in der dritten Ausführungsform die Linien der Längen und der Breiten jedesmal gedreht, bevor und nachdem das Fahrzeug die Punkte der Verkehrskreuzungen passiert hat, so daß der Grad der Drehung des Fahrzeugs klar erkannt werden kann, selbst wenn der Wechsel in der Fortbewegungsrichtung auf dem Bildschirm gering ist.

(Modifikation der dritten Ausführungsform)

Fig. 33 und Fig. 34 zeigen Anzeigebeispiele einer Modifikation der dritten Ausführungsform, in der die Linien der Längen im Vergleich zu den Linien der Breiten auf den in Fig. 29 und Fig. 30 gezeigten Straßenkarten betont sind (die Linien der Längen werden durch ausgezogenen Linien und die der Breiten durch die gestrichelten Linien bezeichnet).

Fig. 35 und Fig. 36 zeigen andere Anzeigebeispiele der Modifikation der dritten Ausführungsform, in der die Linien der Längen im Vergleich zu den Linien der Breiten auf den in Fig. 29 und Fig. 30 gezeigten Straßenkarten betont sind (die Linien der Längen werden durch die ausgezogenen Linien und die der Breiten durch die gestrichelten Linien bezeichnet).

Verfahren zur Betonung vom Linien der Längen im Vergleich zu den Linien der Breite schließen stärkere Dicke jeder Linien der Länge verglichen mit denen der Breite ein; ferner unterschiedlich gefärbte Linien der Längen und der Breiten; Licht oder Schatten; und durchgezogene Linien und gestrichelte Linien (wie in Fig. 31 bis Fig. 34 gezeigt).

In der grafischen Zeichnungsverarbeitung in der Modifikation der dritten Ausführungsform können die Arten der zu betonenden Linien der Längen verändert werden, um die Linien der Längen in den Schritten von S210 vom Fig. 25 und S230 von Fig. 26 grafisch zu zeichnen.

Auf diese Weise kann bei durch stärkere Betonung der Linien der Längen gegenüber denen der Breiten die Richtung von Nord und Süd in der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung leicht aufgefaßt werden, und so kann die Richtung der Fortbewegung bezüglich Nord leicht aufgefaßt werden. Besonders in dem Fall, in dem die Fahrzeugfortbewegungsrichtung durch ein Links- oder Rechtsabbiegen am Punkt einer jeden Kreuzung verändert wird, wird der Gradient der Linien der Längen entsprechend den Graden der Abbiegung des Fahrzeugs verändert, und das Abbiegen des Fahrzeugs kann quantitativ festgestellt werden, selbst wenn die Veränderung in der Fortbewegungsrichtung nur leicht ist.

(Andere Modifikationen der dritten Ausführungsform)

Obleich in den oben beschriebenen Modifikationen und der dritten Ausführungsform sowohl die Straßenkarte in der zweidimensionalen Ebene und die Linien der Längen und Breiten grafisch auf die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung zusammen mit der Bewegung des Fahrzeugs grafisch gezeichnet werden, gibt es eine andere Modifikation, in der nur die Straßenkarte in der zweidimensionalen Ebene in die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung koordinatentransformiert wird, und danach die zuvor in vogelperspektivische Darstellung gesetzten Linien der Längen und Breiten auf die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung grafisch gezeichnet werden.

Fig. 37 zeigt ein Beispiel der Linien der Längen und Breiten in dem Fall, in dem die obere Position auf der Straßenkarte in der zweidimensionalen Ebene nach Nord ausgerichtet ist.

Fig. 38 zeigt ein Beispiel der vogelperspektivischen Darstellung der in Fig. 37 gezeigten Linien der Längen und Breiten in einem Fall, in dem die echte Nordrichtung von dem vorbestimmten Blickpunkt E entlang der vorbestimmten Sichtlinie Φ unter 90 Grad gesehen wird.

Diese Linien der Längen und Breiten, die koordinatentransformiert wurden, um in vogelperspektivischer Darstellung angezeigt zu werden, werden im RAM 13 gespeichert.

Fig. 39 zeigt ein Beispiel der Anzeige, in der die Linien der Längen und Breiten und die gegenwärtige Position des Fahrzeugs grafisch auf die Straßenkarte in der zweidimensionalen Ebene gezeichnet sind. Im Fall von Fig. 39 wird die Straßenkarte mit auf echte Nordrichtung ausgerichteter oberen Position angezeigt. Die Linien der Längen sind grafisch in der oberen und unteren Richtung (vertikalen Richtung) der Straßenkarte gezeichnet, und die Linien der Breiten sind grafisch auf der Straßenkarte in der Links-Rechts-Richtung (Querrichtung) gezeichnet.

Fig. 40 zeigt ein anderes Beispiel der Anzeige, in der die Linien der Länge und Breite auf der Straßenkarte bereits in vogelperspektivischer Darstellung koordinatentransformiert grafisch gezeichnet sind. Die echte Nordrichtung wird vom vorbestimmten Blickpunkt E aus entlang der vorbestimmten Sichtlinie EF mit der Richtung der Sichtlinie Φ unter 90 Grad gesehen.

D.h., Fig. 40 zeigt das Anzeigebeispiel, in der die zuvor gespeicherten Linien der Längen und Breiten auf der Straßenkarte unter einer vorbestimmten Bedingung grafisch gezeichnet werden, die in der Koordinatentransformation der Straßenkarte auf der zweidimensionalen Ebene in einem Fall besteht, in dem die echte Nordrichtung von dem Blickpunkt E entlang der vorbestimmten Sichtlinie EF mit der Richtung der Sichtlinie Φ unter 90 Grad gesehen wird.

In dem grafischen Zeichnungsvorgang in der in Fig. 40 gezeigten Modifikation der dritten Ausführungsform werden in Schritt SSS114 von Fig. 21 die Linien der Längen und Breiten unter der vorbestimmten Bedingung gezeichnet und zuvor ohne grafisches Zeichnen der Linien der Längen und Breiten nach der Koordinatentransformation dieser Linien in die vogelperspektivische Darstellung gespeichert, wann immer das Fahrzeug sich bewegt hat oder gedreht hat. Deshalb werden diese Linien der Längen und Breiten nicht entsprechend der Bewegung des Fahrzeugs oder der Drehung des Fahrzeugs gedreht.

Da diese Linien der Längen und Breiten in vogelperspektivischer Darstellung zuvor gespeichert und unter der

vorbestimmten Bedingung grafisch auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung gezeichnet werden, wird eine Verarbeitungszeit wie die für die Koordinatentransformation in die vogelperspektivische Darstellung nach jeder Bewegung oder Drehung des Fahrzeugs unnötig. Folglich kann das Gefühl für die Tiefe und Entfernung auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung verbessert werden.

Es wird bemerkt, daß entsprechend der Beschreibung in der früheren Modifikationen der dritten Ausführungsform, die Linien der Längen bezüglich den Linien der Breiten betont werden können, oder alternativ sowohl die Linien der Längen als auch die Linien der Breiten in unterschiedlichen Anzeigeverfahren (unterschiedlich gefärbte Linien, Licht und Schatten, und durchgezogene und gestrichelte Linien) grafisch gezeichnet werden können.

Obgleich in den Modifikationen und in der dritten Ausführungsform die Linien der Längen und Breiten auf der zweidimensionalen Ebene in die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung koordinatentransformiert werden, können Linienelemente eines rechtwinkligen Gitters auf der zweidimensionalen Ebene in die vogelperspektivische Darstellung koordinatentransformiert werden und können grafisch auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung gezeichnet werden.

Die Linien der Längen und Breiten können bloß durch die oben beschriebenen unterschiedlichen Anzeigeverfahren angezeigt werden.

Es wird bemerkt, daß eine Kombination von beliebigen zwei oder drei der ersten, zweiten oder dritten Ausführungsform eingeführt werden kann im Fall des Navigationsapparats eines mobilen Körpers (Fahrzeugs) nach der vorliegenden Erfindung.

Es wird schließlich bemerkt, daß die in Fig. 1 gezeigte Anzeige 10 eine Vollfarben-LCD-Anzeigevorrichtung oder eine Kathodenstrahlröhre enthalten kann.

Tabelle 1

	START-PUNKT		END-PUNKT		INTERPOLATIONSPUNKTE								HIERARCHIE STUFE
					(1)		(2)		(3)		...		
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			
STRECKE 1												1	
STRECKE 2												2	
STRECKE 3												4	
⋮													

Tabelle 2

KLASSIFIZIERTE ART VON STRASSEN	HIERARCHIE-STUFE
BUNDESSTRASSE, AUTOBAHN (MAUTSTRASSE)	1
ALLGEMEINE STAATSSTRASSE	2
HAUPTLANDSTRASSE	3
ALLGEMEINE STRASSE MIT MINDESTENS 5,5 M BREITE	4
ALLGEMEINE STRASSE UNTER 5,5 M BREITE	5

Tabelle 3

NAMEN VON VERWALTUNGSBEZIRKEN	HIERARCHIE STUFE
REPUBLIK	1
LAND	2
REGIERUNGSBEZIRK	3
STADT	4
DORF	5

Tabelle 4

NAMEN VON VERWALTUNGSBEZIRKEN	X	Y	HIERARCHIE STUFE
KANAGAWA			2
ATSUGI			3
OKAZU FURUHISA			5
...			

Tabelle 5

POLYGON	HIERARCHIE STUFE
REPUBLIK- STUFE	1
LAND- STUFE	2
REGIERUNGSBEZIRKS- STUFE	3
STADT- STUFE	4
DORF- STUFE	5

Tabelle 6

NAME DES POLYGON	(1)		(2)		(3)		(4)		...	HIERARCHIE STUFE
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
KAWAGUCHI LAKE										3
ATSUGI KOKUSAI CC										5
HAKUSAN SHINRIN PARK										4
⋮										

Tabelle 7

ANZEIGE BEREICH	HIERARCHIE- STUFE
①	1 ~ 5
②	1 ~ 4
③	1 ~ 3
④	1 ~ 2
⑤	1

Tabelle 8

$$\begin{pmatrix} EX1 \\ EY1 \\ EZ1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \\ 0 & -\cos\theta & \sin\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} MX'' \\ MY'' \\ -VZ \end{pmatrix},$$

5

$$\begin{pmatrix} MX'' \\ MY'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin\theta & -\cos\theta \\ \cos\theta & \sin\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} MX - VX \\ MY - VY \end{pmatrix}$$

10

Tabelle 9

15

$$\begin{array}{lclcl} A & = & A' & + & P, \\ B & = & B' & + & P, \\ C & = & C' & + & P, \\ D & = & D' & + & P, \\ G & = & G' & + & P, \\ H & = & H' & + & P \end{array}$$

20

25

WOBEI

$$P = \begin{pmatrix} VX \\ VY \end{pmatrix}$$

30

Tabelle 10

35

$$R = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix}$$

40

Tabelle 11

$$A' = R \cdot A'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W1 \\ D1 \end{pmatrix},$$

45

$$B' = R \cdot B'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W1 \\ D1 \end{pmatrix},$$

50

$$C' = R \cdot C'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W2 \\ D2 \end{pmatrix},$$

55

$$D' = R \cdot D'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W2 \\ D2 \end{pmatrix},$$

$$G' = R \cdot G'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W3 \\ D3 \end{pmatrix},$$

60

$$H' = R \cdot H'' = \begin{pmatrix} \cos\Delta\phi & -\sin\Delta\phi \\ \sin\Delta\phi & \cos\Delta\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -W3 \\ D3 \end{pmatrix}$$

65

Tabelle 12

$$\begin{aligned}
 A'' &= (-W1, D1), \\
 B'' &= (W1, D1), \\
 C'' &= (W2, D2), \\
 D'' &= (-W2, D2), \\
 G'' &= (W3, D3), \\
 H'' &= (-W3, D3),
 \end{aligned}$$

WOBEI

$$W1 = \frac{VZ \cdot \tan \alpha \cdot \sqrt{1 + \tan^2 \theta}}{\tan \theta + S \cdot \tan \alpha},$$

$$W2 = \frac{VZ \cdot \tan \alpha \cdot \sqrt{1 + \tan^2 \theta}}{\tan \theta - S \cdot \tan \alpha},$$

$$W3 = W1 + (W2 - W1) \cdot n,$$

$$D1 = \frac{VZ \cdot (1 - S \cdot \tan \alpha \cdot \tan \theta)}{\tan \theta + S \cdot \tan \alpha},$$

$$D2 = \frac{VZ \cdot (1 + S \cdot \tan \alpha \cdot \tan \theta)}{\tan \theta - S \cdot \tan \alpha},$$

$$D3 = D1 + (D2 - D1) \cdot n$$

Tabelle 13

$$\begin{pmatrix} VX \\ VY \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} CX \\ CY \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} VZ / \tan \theta \\ 0 \end{pmatrix}$$

Tabelle 14

HIERARCHIE-STUFE	KLASSIFIZIERTE STRASSENART
4	BUNDESSTRASSE, AUTOBAHN (MAUTSTRASSE)
3	STAATSSTRASSE
2	HAUPTLANDSTRASSE
1	STRASSE MIT MINDESTENS 5,5 M BREITE
0	ALLGEMEINE STRASSE UNTER 5,5 M BREITE

Tabelle 15

$$\begin{pmatrix} EX1 \\ EY1 \\ EZ1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \\ 0 & -\cos\theta & \sin\theta \end{pmatrix} \quad 5$$

$$\times \begin{pmatrix} \sin\phi & -\cos\phi & 0 \\ \cos\phi & \sin\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} MX - VX \\ MY - VY \\ -VZ \end{pmatrix} \quad 10$$

Patentansprüche

1. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers, bestehend aus:
 - a) Speichereinrichtung zum Speichern einer Vielzahl von Straßenkartendaten, wobei alle dort gespeicherten Straßenkartendaten in einer zweidimensionalen Ebene gebildet sind und einen Grad an Einzelheiten haben; 20
 - b) grafischer Zeicheneinrichtung zum grafischen Zeichnen von mindestens irgendeiner der in der Speichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten, das sich auf die gegenwärtige Position des mobilen Körpers und auf ein Ziel, das der mobile Körper schließlich erreichen soll, bezieht, auf einem Anzeigebildschirm in einer vogelperspektivischen Darstellung, so daß der Grad an Einzelheiten entsprechend der angezeigten Position der korrespondierenden Straßenkartendaten auf dem Anzeigebildschirm verändert wird; und 25
 - c) einer grafischen Einheit mit dem Anzeigebildschirm, die so angeordnet und konstruiert ist, daß sie die grafisch gezeichneten Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung betrieblich anzeigt, so daß die grafisch gezeichneten Straßenkartendaten näherungsweise dreidimensional mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl für Tiefe auf dem Anzeigebildschirm betrachtet werden. 30
2. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei der Grad an Einzelheiten niedriger wird, wenn die angezeigte Position der korrespondierenden Straßenkartendaten bezüglich des Anzeigebildschirms höhergelegen ist.
3. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei jedes in der Speichereinrichtung gespeicherte Straßenkartendatum Straßenaten, welche durch eine Vielzahl von Punkten und einer die Punkte verbindenden Linie gebildet werden, und eine Vielzahl von Daten einschließt, die sich auf unterschiedliche Grade von Anzeigeprioritäten beziehen, wobei die grafische Zeicheneinrichtung enthält:
 - d) Auswahlrichtung zur Auswahl von einer der regionalen Maschen, die die korrespondierenden, grafisch zu zeichnenden Straßenkartendaten überdecken, und die in der Speichereinrichtung gespeichert sind, auf der Basis des Inhalts der Daten bezüglich der Anzeigeprioritäten auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit und der angezeigten Position der Daten auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit; und 40
 - e) Herausziehsteuerungseinrichtung zur Steuerung eines Intervalls von Punkten, in dem die durch die Punkte gebildeten und durch die Auswahlrichtung ausgewählten Straßendaten herausgezogen werden, um die ausgewählten Straßenkartendaten, die auf der Basis des Inhalts der Daten bezüglich der Anzeigeprioritäten auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit und der angezeigten Position der Daten auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit ausgewählt wurden, auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit grafisch zu zeichnen, wobei die grafische Zeicheneinrichtung die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit auf der Basis der Straßenkartendaten, die durch die Auswahlrichtung ausgewählt wurden, und der Straßenkartendaten, die durch die Herausziehsteuerungseinrichtung gesteuert herausgezogen wurden, grafisch zeichnet. 45
4. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 3, wobei die Auswahlrichtung die Daten aus denen auf eine höchste Anzeigepriorität bezogenen bis zu denen auf eine niedrigste Anzeigepriorität bezogenen für einen Bereich des Anzeigebildschirms niedrigster Position auswählt, und die Daten mit einer höheren Anzeigepriorität auswählt, wenn ein Anzeigepositionsbereich in dem Anzeigebildschirm bezüglich des Anzeigebildschirms höhergelegen ist. 55
5. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 4, der ferner eine Anzeigebildschirmaufteilungseinrichtung enthält zum Aufteilen des Anzeigebildschirms in fünf Bereiche von einem obersten Anzeigebereich ⑤, einem zweitobersten Anzeigebereich ④, einem drittobersten Anzeigebereich ③, einem mittleren Anzeigebereich ② und einem untersten Anzeigebereich ①. 60
6. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 5, der ferner eine Einstelleinrichtung enthält, zum Einstellen eines Prozentsatzes r zur Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Punkte der ausgewählten Straßendaten entsprechend den aufgeteilten Anzeigepositionsbereichen auf dem Anzeigebildschirm der Anzeigeeinheit herausgezogen werden. 65
7. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 6, wobei der Prozentsatz r zur Steuerung des Intervalls von Punkten, in dem die Straßendatenpunkte herausgezogen werden, groß wird, wenn die Position der aufgeteilten Anzeigepositionsbereiche auf dem Anzeigebildschirm bezüglich des

Bildschirms höhergelegen ist.

8. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 7, wobei die Einstelleinrichtung den Prozentsatz r unter Benutzung der folgenden Gleichung einstellt:

5

$$\sqrt{①} \text{ Fläche} / ①' \text{ Fläche} : \sqrt{②} \text{ Fläche} / ②' \text{ Fläche} :$$

$$\sqrt{③} \text{ Fläche} / ③' \text{ Fläche} : \sqrt{④} \text{ Fläche} / ④' \text{ Fläche} :$$

10

$$\sqrt{⑤} \text{ Fläche} / ⑤' \text{ Fläche} = 1 : r_2 : r_3 : r_4 : r_5,$$

15

20

wobei ① einen niedrigsten Bereich der anzuzeigenden Straßenkartendaten bezeichnet, der mit dem untersten Bereich ①' korrespondiert, ②' einen mittleren Bereich der anzuzeigenden Straßenkartendaten bezeichnet, der mit dem mittleren Bereich ②' des Anzeigebildschirms korrespondiert, ③ einen drittobersten Bereich der anzuzeigenden Straßenkartendaten bezeichnet, der mit dem drittobersten Bereich ③' des Anzeigebildschirms korrespondiert, ④ einen zweitobersten Bereich der anzuzeigenden Straßenkartendaten bezeichnet, der mit dem zweitobersten Bereich ④' des Anzeigebildschirms korrespondiert, ⑤ einen obersten Bereich der anzuzeigenden Straßenkartendaten bezeichnet, der mit dem obersten Bereich ⑤' des Anzeigebildschirms korrespondiert, r_2 den Prozentsatz r für den mittleren Bereich ②' im Anzeigebildschirm bezeichnet, r_3 den Prozentsatz r für den drittobersten Bereich ③' im Anzeigebildschirm bezeichnet, r_4 den Prozentsatz r für den zweitobersten Bereich ④' im Anzeigebildschirm bezeichnet und r_5 den Prozentsatz r für den obersten Bereich ⑤' im Anzeigebildschirm bezeichnet.

25

30

9. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei die Speichereinrichtung erste Straßenkartendaten mit einem ersten Grad an Einzelheiten und zweite Straßenkartendaten mit einem zweiten Grad an Einzelheiten speichert, und der erste Grad an Einzelheiten höher als der zweite Grad an Einzelheiten ist, und die Anzeigeeinheit den Bildschirm in einen unteren Anzeigebereich (abgh) und einen oberen Anzeigebereich (ghdc) aufgeteilt hat, und die grafische Zeicheneinheit die ersten Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung auf den unteren Anzeigebereich des Bildschirms der Anzeigeeinheit und die zweiten Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung auf den oberen Anzeigebereich des Bildschirms der Anzeigeeinheit grafisch zeichnet.

35

40

45

10. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 9, ferner enthaltend:

d) Positionsberechnungseinrichtung zum Berechnen erster Koordinatenpositionen mit den ersten Straßenkartendaten als eine erste Fläche (ABGH), die mit entsprechenden Eckpunkten des unteren Anzeigebereichs des Bildschirms der Anzeigeeinheit korrespondiert, und zweiter Koordinatenpositionen mit den zweiten Straßenkartendaten als eine zweite Fläche (GHDC), die mit entsprechenden Eckpunkten des oberen Anzeigebereichs des Bildschirms der Anzeigeeinheit korrespondiert;

e) Auswahlrichtung zur Auswahl einer Vielzahl von regionalen Maschen, die die erste Fläche (ABGH) abdecken, aus den ersten Straßenkartendaten mit dem ersten Grad an Einzelheiten auf der Basis der ersten Koordinatenpositionen der ersten Fläche, und zur Auswahl einer Vielzahl von regionalen Maschen, die die zweite Fläche (GHDC) abdecken, aus den zweiten Straßenkartendaten mit dem zweiten Grad an Einzelheiten auf der Basis der zweiten Koordinatenpositionen der zweiten Fläche (GHDC); und

f) Herauszieheinrichtung zum Herausziehen eines ersten Teils der ersten Straßenkartendaten, der mit der ersten Fläche (ABGH) korrespondiert, aus den ausgewählten regionalen Maschen, und zum Herausziehen eines zweiten Teils der zweiten Straßenkartendaten, der mit der zweiten Fläche (GHDC) korrespondiert, aus den ausgewählten anderen regionalen Maschen.

50

11. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 10, wobei die grafische Zeicheneinheit den herausgezogenen ersten Teil von ersten Straßenkartendaten in die Straßenkarte auf einem Bildschirmmanzeigekoordinatensystem so koordinatentransformiert, daß sie in vogelperspektivischer Darstellung in dem unteren Anzeigebereich (abgh) angezeigt wird, und den herausgezogenen zweiten Teil von zweiten Straßenkartendaten in die Straßenkarte auf einem Bildschirmmanzeigekoordinatensystem so koordinatentransformiert, daß sie in vogelperspektivischer Darstellung in dem oberen Anzeigebereich des Bildschirms angezeigt wird.

55

60

12. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 11, wobei die Auswahlrichtung eine Ableitungseinrichtung enthält, zum Ableiten eines kleinsten, ganzzahligen Werts von m , der die folgende Beziehung befriedigt $L \leq L_m \times m$, wobei L eine maximale Länge aus den Längen zwischen jeweils zwei Eckpunkten des oberen Anzeigebereichs oder des unteren Anzeigebereichs bezeichnet, L_m eine Länge einer kürzeren Seite der korrespondierenden regionalen Masche bezeichnet, und wobei die Auswahlrichtung die regionalen Maschen zumindest in der Anzahl der auszuwählenden Maschen von $(m + 1)^2$ auswählt.

65

13. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei die Speichereinrichtung die Vielzahl der Straßenkartendaten speichert, deren Grade an Einzelheiten von einander unterschiedlich sind, und wobei der Bildschirm der Anzeigeeinheit in eine Vielzahl von Anzeigebereichen aufgeteilt ist, und wobei die grafische Zeicheneinheit die Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung auf dem untersten Anzeigebereich aus den aufgeteilten Anzeigebereichen grafisch zeichnet, auf der Basis von Straßenkartendaten, die in der Speichereinrichtung gespeichert sind, und die einen höchsten Grad an Einzelheiten haben, und wobei die grafische Zeicheneinheit andere der Straßenkartendaten, die niedrigere Grade an Einzelheiten haben, aus der Vielzahl von gespeicherten Straßenkartendaten grafisch zeichnet, wenn die

Anzeigebereiche des Bildschirms der Anzeigeeinheit bezüglich des Bildschirms der Anzeigeeinheit höhergelegen ist.

14. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 13, der ferner enthält:

d) Positionsrechnungseinrichtung zur Berechnung von Koordinatenpositionen an Straßenkartendaten, die mit entsprechenden Eckpunkten der jeweiligen Anzeigebereiche korrespondieren, und die mit den Eckpunkten der entsprechenden Bereiche korrespondieren; 5

e) Auswähleinrichtung zum Auswählen einer Vielzahl von regionalen Maschen, die die in den jeweiligen Anzeigebereichen anzuzeigenden Straßenkartendaten überdecken, und die in der Speichereinrichtung gespeichert sind; und

f) Herauszieheinrichtung zum Herausziehen der in den jeweiligen Anzeigebereichen anzuzeigenden Straßenkartendaten aus den ausgewählten regionalen Maschen. 10

15. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 14, wobei die grafische Zeicheneinrichtung die herausgezogenen Straßenkartendaten in die Straßenkarte in einem Bildschirmanzeigekoordinatensystem koordinatentransformiert, damit sie in vogelperspektivischer Darstellung derart angezeigt werden, daß die herausgezogenen Straßenkartendaten mit dem höchsten Grad an Einzelheiten in dem untersten Anzeigebereich des Bildschirms, der die gegenwärtige Position des mobilen Körpers umgibt, angezeigt werden, und andere, herausgezogene Straßenkartendaten mit dem geringeren Grad an Einzelheiten in dem korrespondierenden, höhergelegenen Anzeigebereich des Bildschirms angezeigt werden, so daß Straßenkartendaten mit einem geringsten Grad an Einzelheiten in einem obersten Anzeigebereich, der das Ziel umgibt, angezeigt werden. 15

16. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 15, wobei die Auswähleinrichtung eine Ableitungseinrichtung enthält, zum Ableiten eines kleinsten, ganzzahligen Werts von m , der die folgende Beziehung befriedigt $L \leq L_m \times m$, wobei L eine maximale Länge aus den Längen zwischen jeweils zwei Eckpunkten des jeweiligen Anzeigebereichs bezeichnet, L_m eine Länge einer kürzeren Seite der korrespondierenden regionalen Masche bezeichnet, und wobei die Auswähleinrichtung die regionalen Maschen zumindest in der Anzahl der auszuwählenden Maschen von $(m + 1)^2$ der regionalen Maschen auswählt. 20

17. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 16, wobei der Wert von m eins und die ausgewählte Anzahl an regionalen Maschen vier ist, wenn $L < L_m$ ist, und wobei der Wert von m zwei und die ausgewählte Anzahl an regionalen Maschen neun ist, wenn $L > L_m$ ist. 25

18. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei die Speichereinrichtung eine Vielzahl von Quer- und Längsliniensegmenten speichert, und jedes der Quer- und Längsliniensegmente parallel zu den anderen Quer- bzw. Längsliniensegmenten ist, und jedes der Querliniensegmente rechtwinklig zu den Längsliniensegmenten ist, so daß alle Liniensegmente ein Gitternetz auf den Straßenkartendaten in der zweidimensionalen Ebene bilden, und das ferner enthält: 30

d) Liniensegmenttransformationseinrichtung zur Koordinatentransformation der Vielzahl von Quer- und Längsliniensegmenten in jene in vogelperspektivischer Darstellung; und 35

e) zweite grafische Zeicheneinrichtung zum grafischen Zeichnen der koordinatentransformierten Liniensegmente auf die in vogelperspektivischer Darstellung angezeigte Straßenkarte auf dem Bildschirm der Anzeigeeinheit. 40

19. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 18, wobei die Liniensegmenttransformationseinrichtung die Vielzahl von Quer- und Längslinien transformiert, sooft der mobile Körper sich um eine vorbestimmte Entfernung bewegt hat, oder sooft sich der mobile Körper um einen vorbestimmten Winkel oder mehr gedreht hat. 45

20. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 19, wobei jedes der Längsliniensegmente mit einer Linie geographischer Länge korrespondiert, und jedes der Querliniensegmente mit einer anderen Linie geographischer Breite korrespondiert, und jede Linie geographischer Länge oder Breite von der anderen korrespondierenden Linie in einem vorbestimmten Abstandsintervall verläuft. 50

21. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 20, wobei die zweite grafische Zeicheneinrichtung die Linien der geographischen Länge und jene der geographischen Breite mit zueinander unterschiedlichem Anzeigeverfahren grafisch zeichnet. 55

22. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 21, wobei die zweite grafische Zeicheneinrichtung die Linien der geographischen Länge und Breite zeichnet, und die Linien der geographischen Länge stärker betont als die Linien der geographischen Breite. 60

23. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 22, wobei die Linien der geographischen Länge durch ausgezogene Linien und die Linien der geographischen Breite durch gestrichelte Linien bezeichnet werden. 65

24. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 1, wobei die Speichereinrichtung eine Vielzahl von Linien geographischer Länge und Breite in vogelperspektivischer Darstellung speichert, wenn die Liniensegmente von einem vorbestimmten Blickpunkt entlang einer vorbestimmten Sichtlinie betrachtet werden, und die ferner enthält:

d) zweite grafische Zeicheneinrichtung zum grafischen Zeichnen der Vielzahl von Linien der Längen und Breiten in die auf dem Bildschirm in vogelperspektivischer Darstellung angezeigte Straßenkarte.

25. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 24, wobei die grafisch gezeichneten Linien geographischer Längen und Breiten auf der Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung unverändert gelassen werden, selbst wenn das Fahrzeug sich um eine vorbestimmte Entfernung in Richtung zum Ziel bewegt, oder wenn das Fahrzeug sich um einen vorbestimmten Winkel oder mehr gedreht hat.

26. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 25, wobei jede Linie geographischer

Länge oder Breite von der anderen korrespondierenden Linie in einem vorbestimmten Abstandsintervall verläuft.

27. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 26, wobei die zweite grafische Zeicheneinrichtung die Linien der geographischen Länge und jene der geographischen Breite mit zueinander unterschiedlichen Anzeigeverfahren grafisch zeichnet.

28. Apparat für die Navigation eines mobilen Körpers nach Anspruch 27, wobei die zweite grafische Zeicheneinrichtung die Linien der geographischen Länge und Breite zeichnet, und die Linien der geographischen Länge stärker betont als die Linien der geographischen Breite.

29. Apparat für die Navigation, enthaltend:

a) Gegenwartspositionserkennungseinrichtung zum Erkennen der gegenwärtigen Position eines mobilen Körpers und einer Fortbewegungsrichtung, in der der mobile Körper sich in der gegenwärtigen Position fortbewegt;

b) Anfangsanzeigeparametereinstelleinrichtung zum anfänglichen Einstellen der erkannten, gegenwärtigen Position und der Anzeigeparameter als Anfangswerte;

c) Sichtlinienrichtungsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Sichtlinienrichtung für ein perspektivisch projiziertes Bild auf der Basis von mindestens der erkannten Fortbewegungsrichtung;

d) Blickpunktpositionsbestimmungseinrichtung zum Bestimmen einer Position eines Blickpunkts, auf die sich die Sichtlinienrichtung gründet als einer Funktion von mindestens der Information über die durch die Gegenwartspositionserkennungseinrichtung erkannte gegenwärtige Position;

e) Straßenkartendatenspeichereinrichtung zum Speichern mindestens eines Straßenkartendatums, das mit einer zweidimensionalen X-Y-Ebene als Referenz ausgedrückt ist;

f) Koordinatentransformationseinrichtung zur Ausführung einer Koordinatentransformation der in der Straßenkartenspeichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten auf der Basis von mindestens der bestimmten Sichtlinienrichtung und dem bestimmten Blickpunkt in eine vogelperspektivische Darstellung, um so daraus eine Vogelperspektive zu erzeugen;

g) Anzeigeeinrichtung zum Empfang der Anzeigedaten in vogelperspektivischer Darstellung und zum Anzeigen der vogelperspektivischen Darstellung auf ihrem Bildschirm; und

h) grafische Speichereinrichtung zum grafischen Zeichnen von in der Straßenkartendatenspeichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten mit einem relativ hohen Grad an Einzelheiten in vogelperspektivischer Darstellung in einem relativ niedrig positionierten Bereich des Bildschirms durch die Anzeigeeinrichtung und zum grafischen Zeichnen einer anderen regionalen, in der Straßenkartendatenspeichereinrichtung gespeicherten Straßenkarte, die zu der regionalen Straßenkarte mit dem relativ hohen Grad an Einzelheiten benachbart ist, wobei die anderen Straßenkartendaten mit einem relativ niedrigen Grad an Einzelheiten in einem relativ hoch positionierten Bereich des Bildschirms durch die Anzeigeeinheit in vogelperspektivischer Darstellung grafisch gezeichnet wird, so daß eine ganze angezeigte Straßenkarte in vogelperspektivischer Darstellung vorliegt als eine näherungsweise dreidimensionales Bild mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl für Tiefe.

30. Verfahren zur Navigation eines mobilen Körpers entlang einer gesetzten Reiseroute, die Schritte enthaltend:

a) Speichern einer Vielzahl von Straßenkartendaten, wobei jedes darin gespeicherte Straßenkartendatum auf einer zweidimensionalen Ebene gebildet ist und einen Grad an Einzelheiten hat;

b) grafisches Zeichnen mindestens einer der in der Speichereinrichtung gespeicherten Straßenkartendaten, die sich auf die gegenwärtige Position des mobilen Körpers und auf ein Ziel, das der mobile Körper schließlich erreichen soll, bezieht, auf einem Anzeigebildschirm in vogelperspektivischer Darstellung, so daß der Grad an Einzelheiten entsprechend der angezeigten Position der korrespondierenden Straßenkartendaten auf dem Anzeigebildschirm verändert wird; und

c) Anzeigen der grafisch gezeichneten Straßenkartendaten in vogelperspektivischer Darstellung auf einem Bildschirm, so daß die grafisch gezeichneten Straßenkartendaten näherungsweise dreidimensional mit einem dem Betrachter vermittelten Gefühl für Tiefe gesehen werden.

Hierzu 26 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1

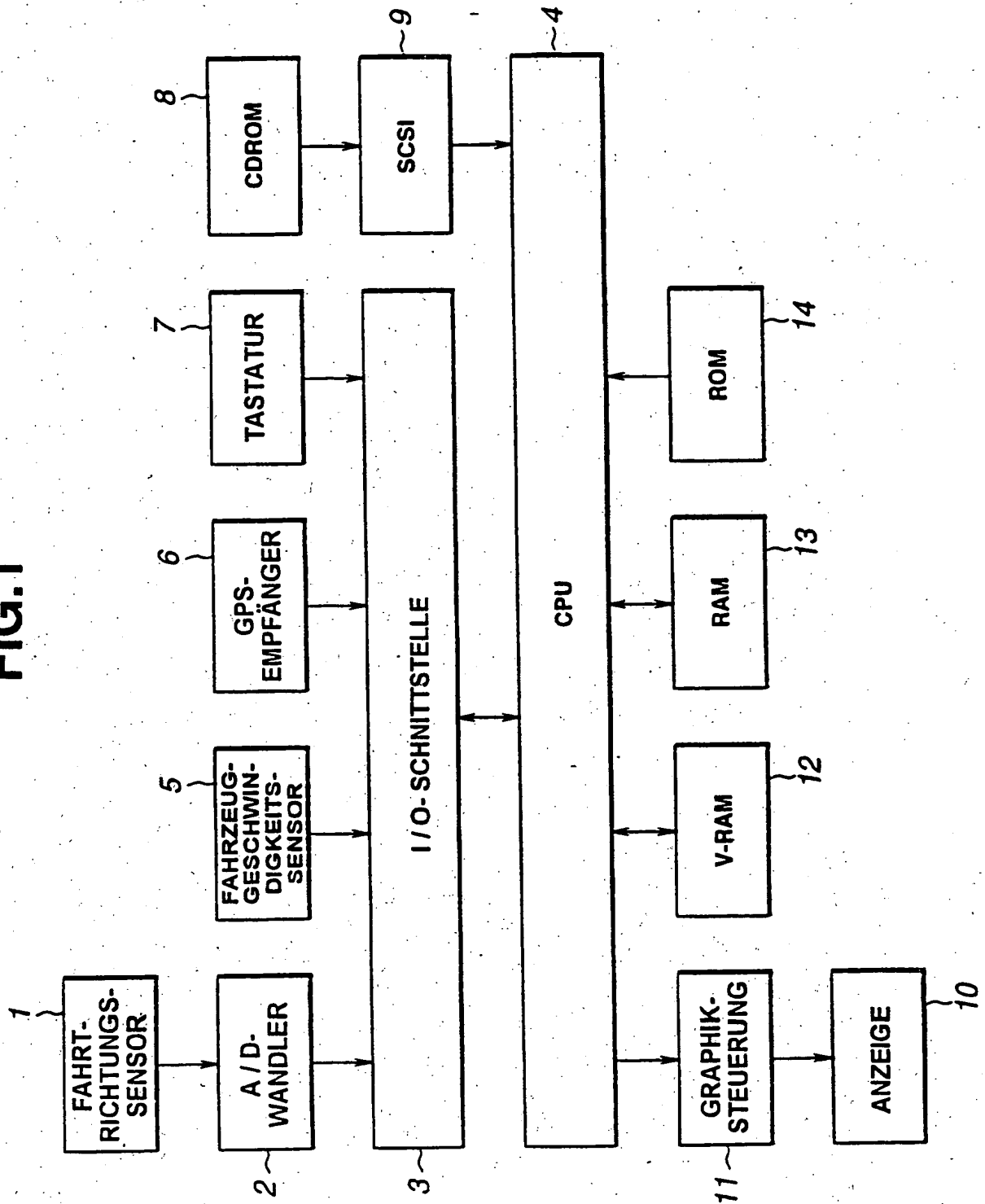


FIG. 2

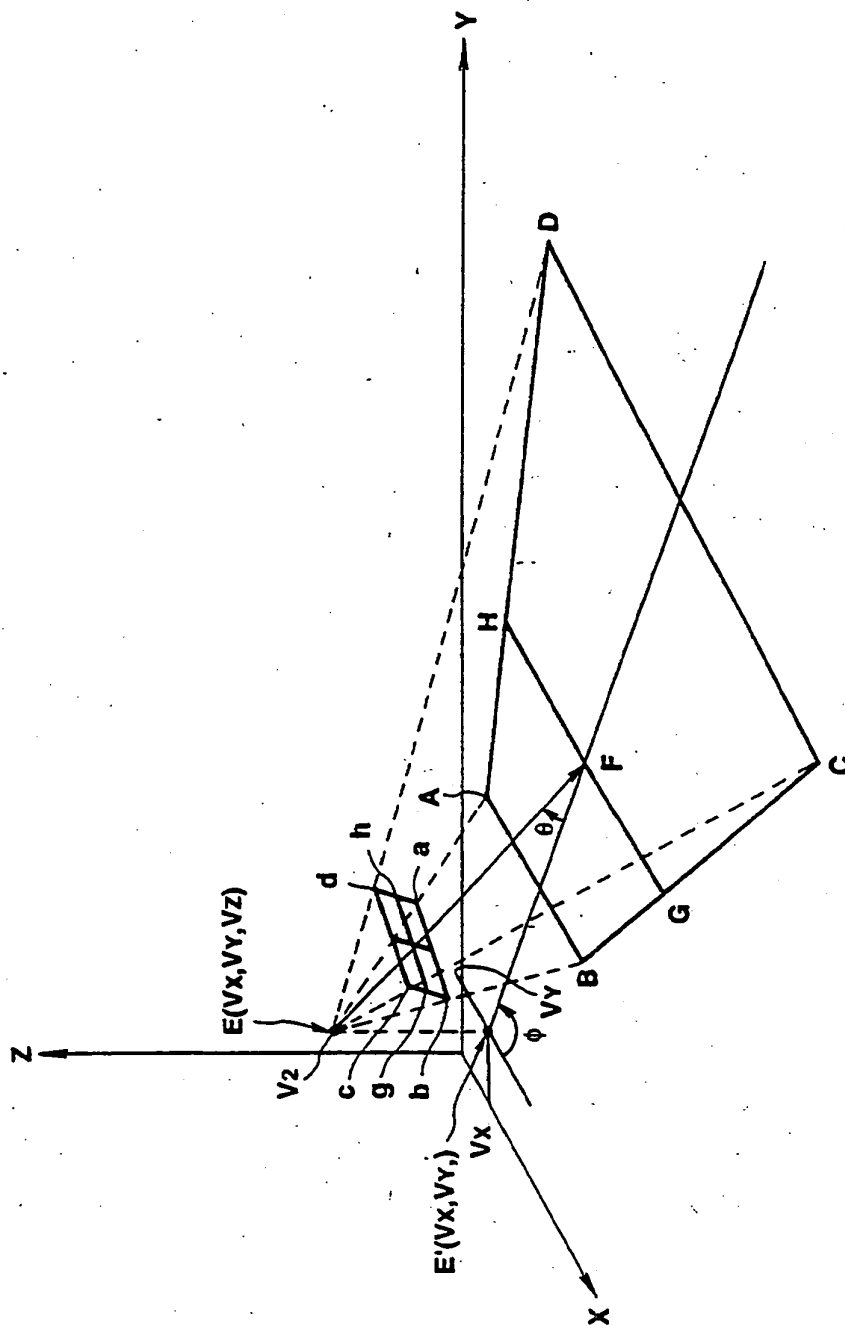


FIG.3

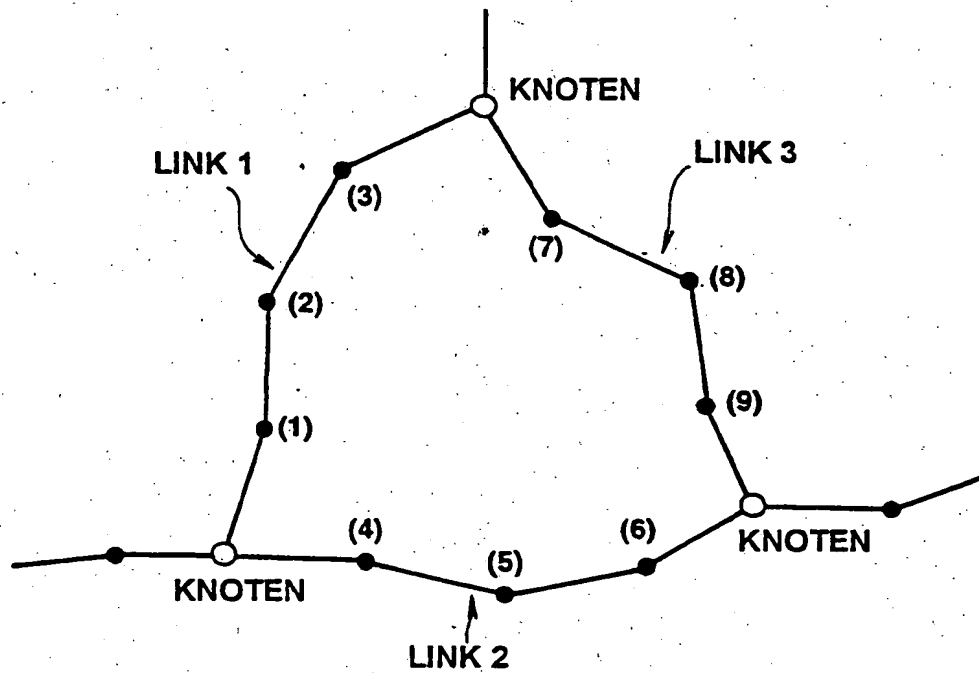


FIG.4

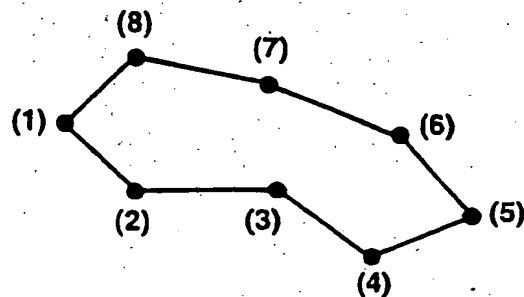


FIG.5

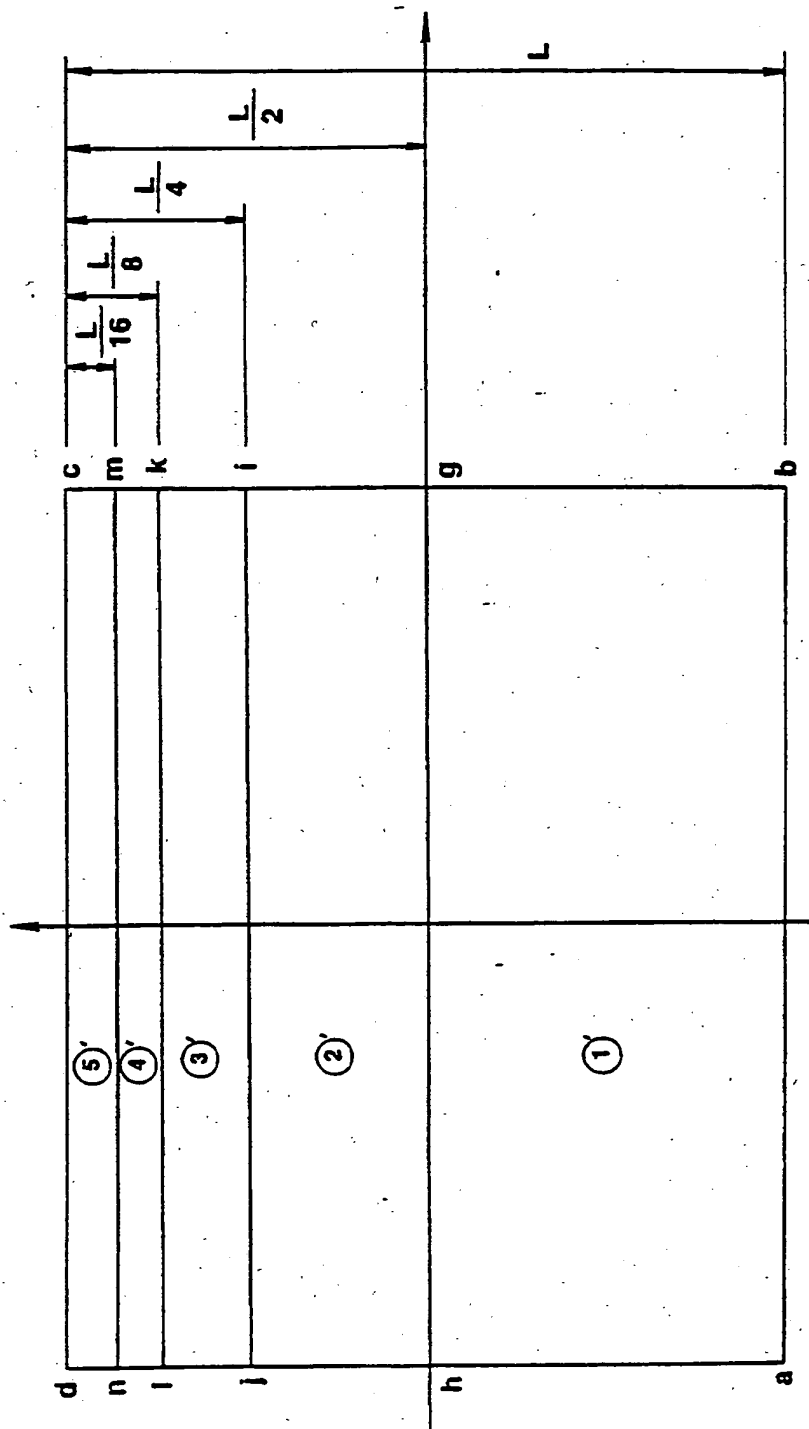


FIG.6

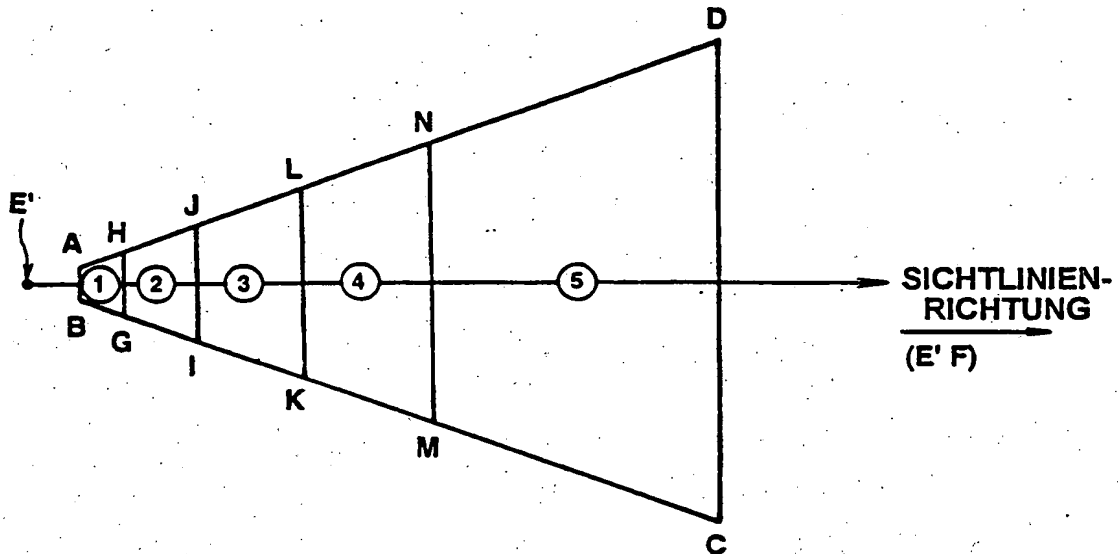


FIG.8

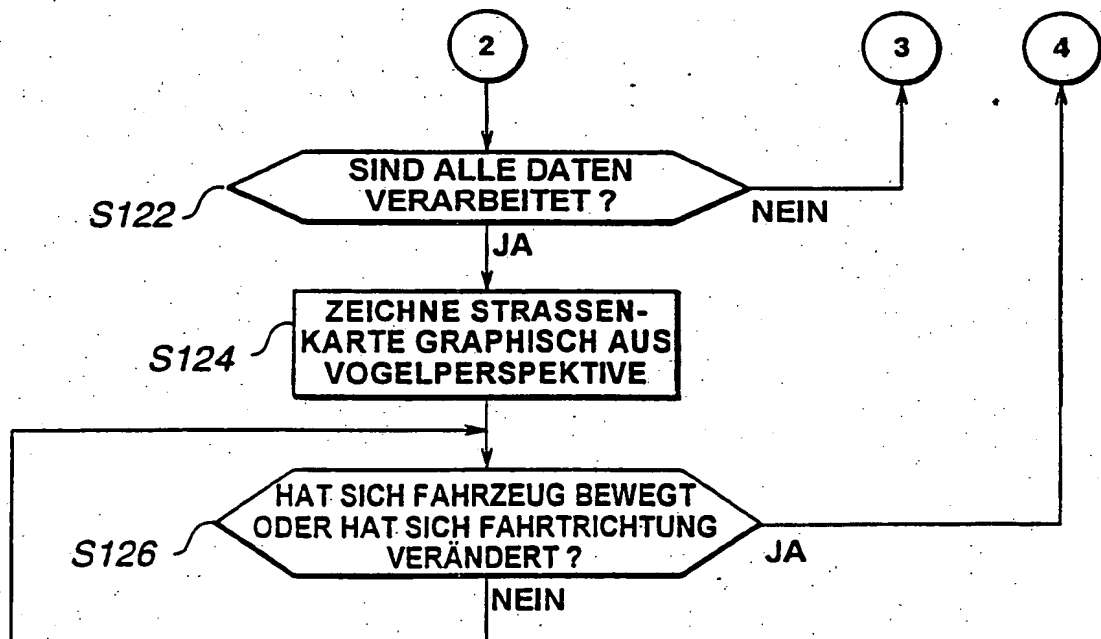


FIG. 7

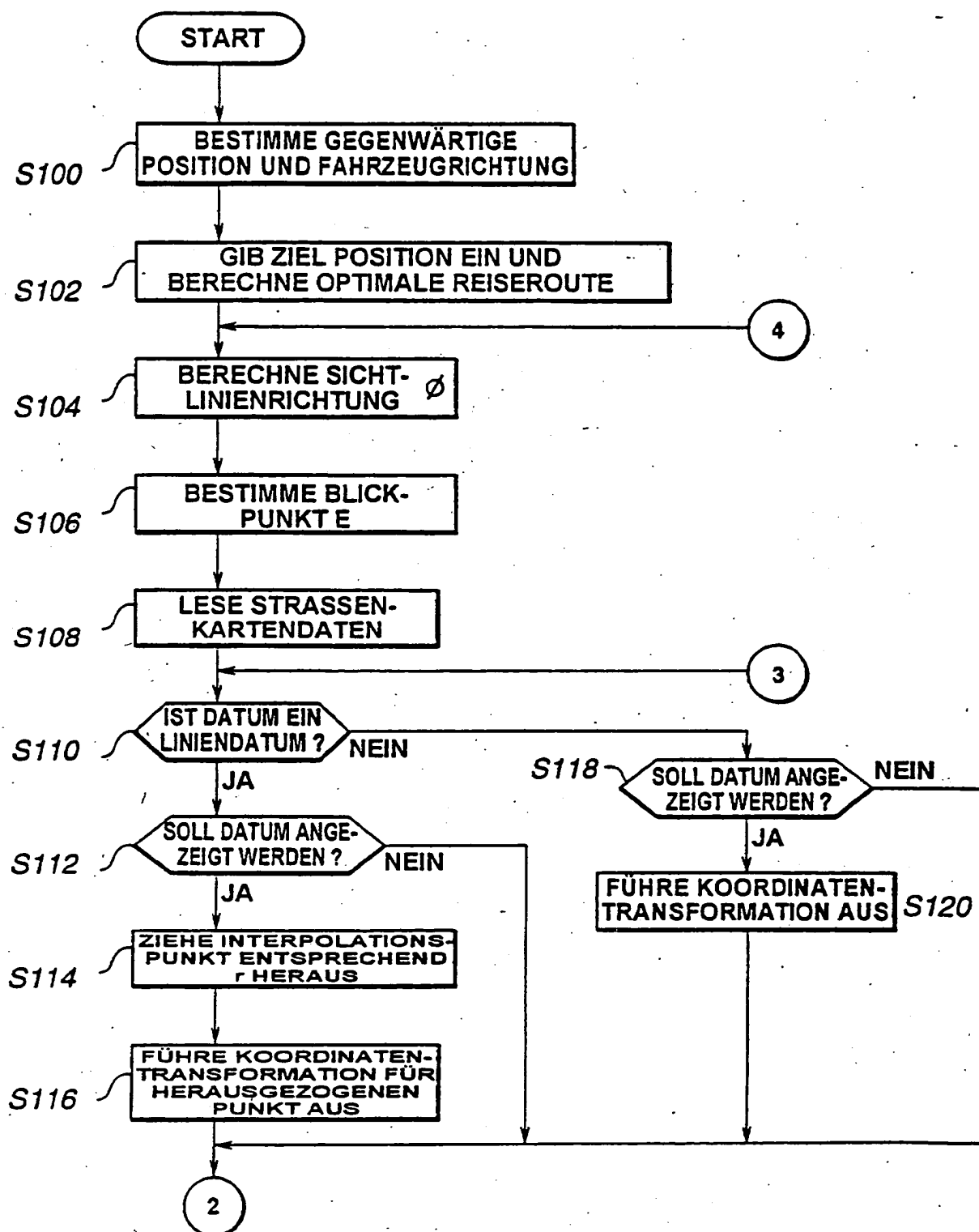


FIG.9A

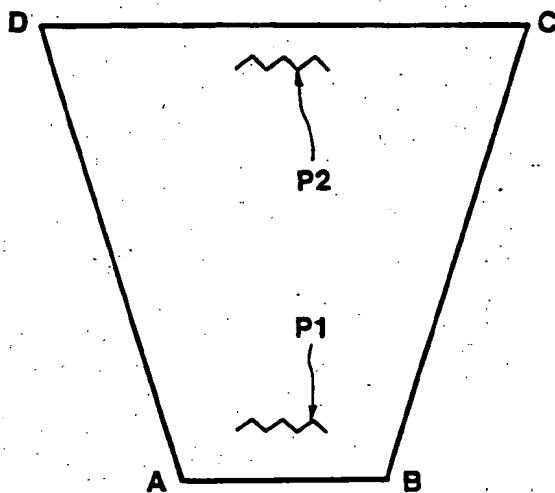


FIG.9B

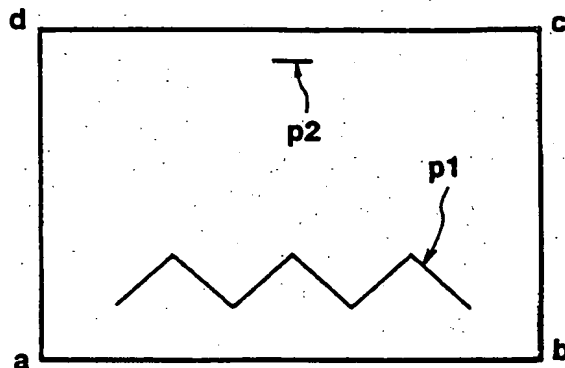


FIG.10A

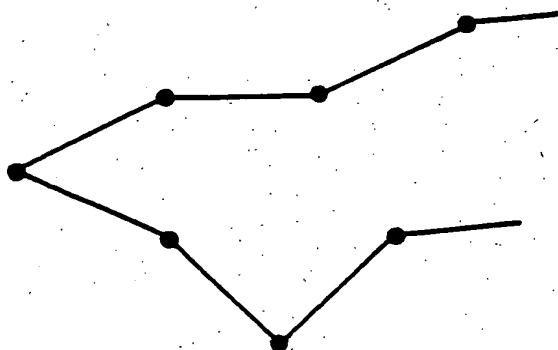


FIG.10B

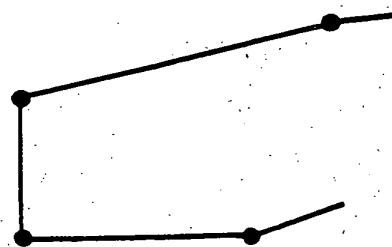


FIG.11

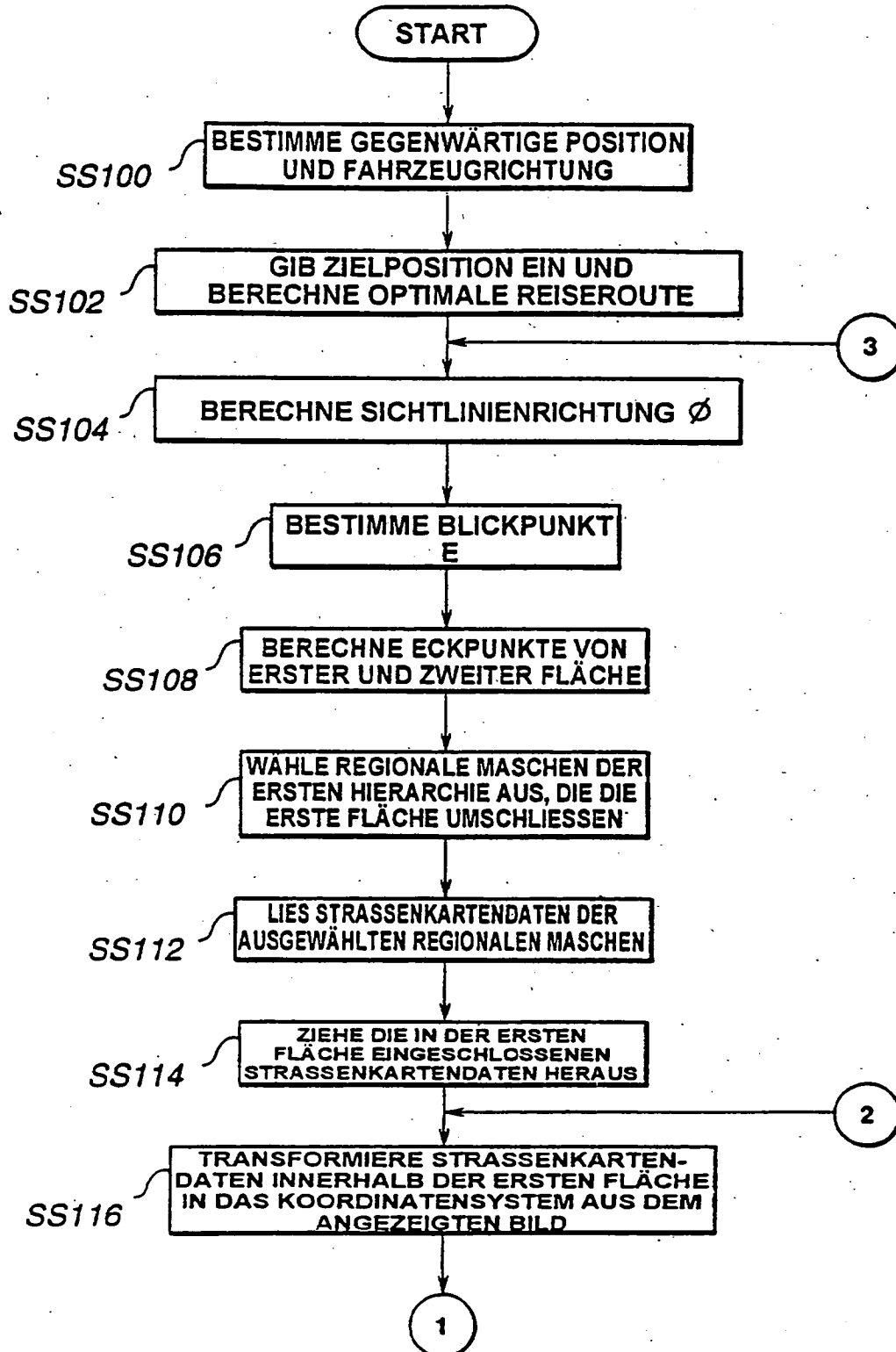


FIG.12

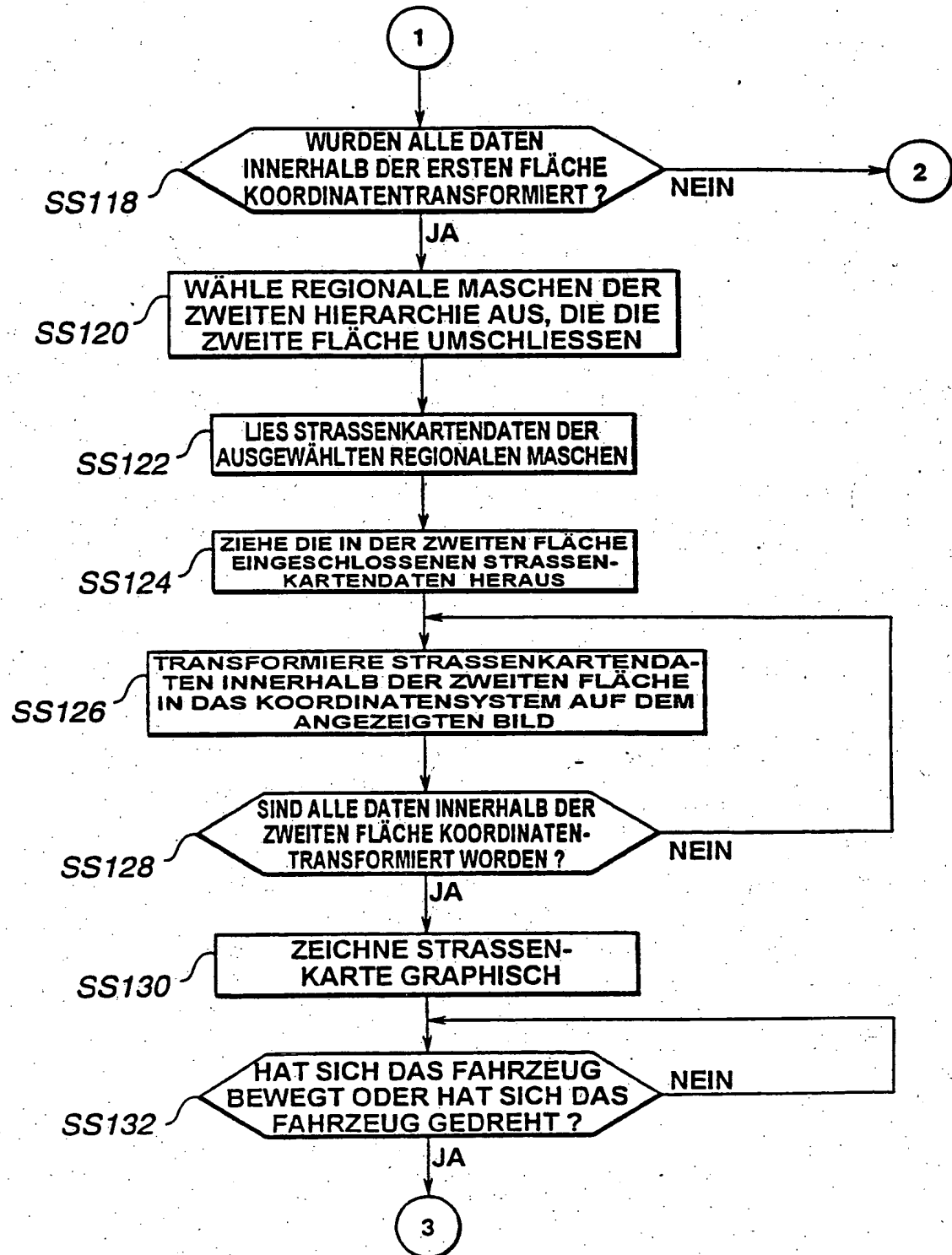


FIG.13

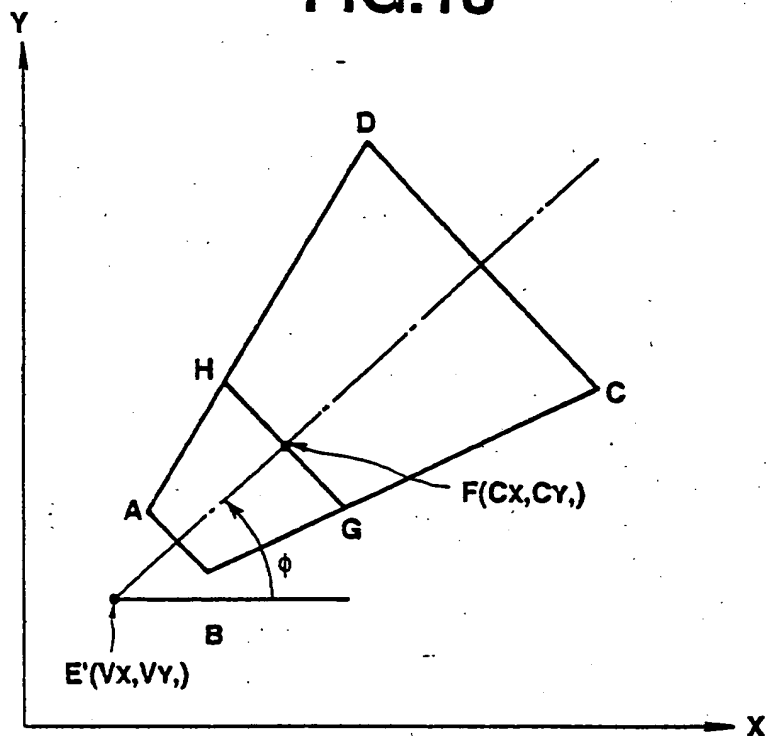


FIG.14

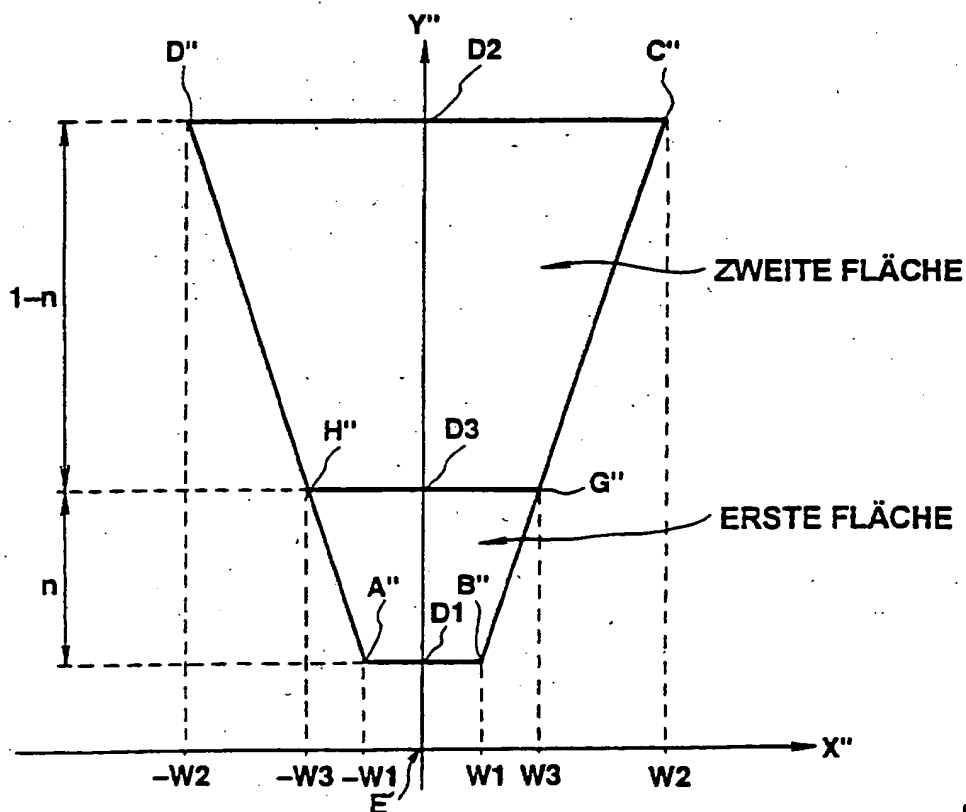


FIG.15

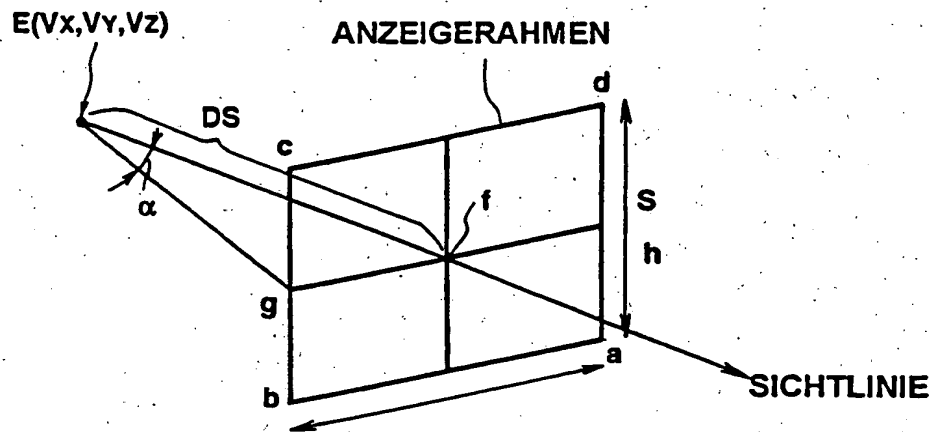


FIG.16

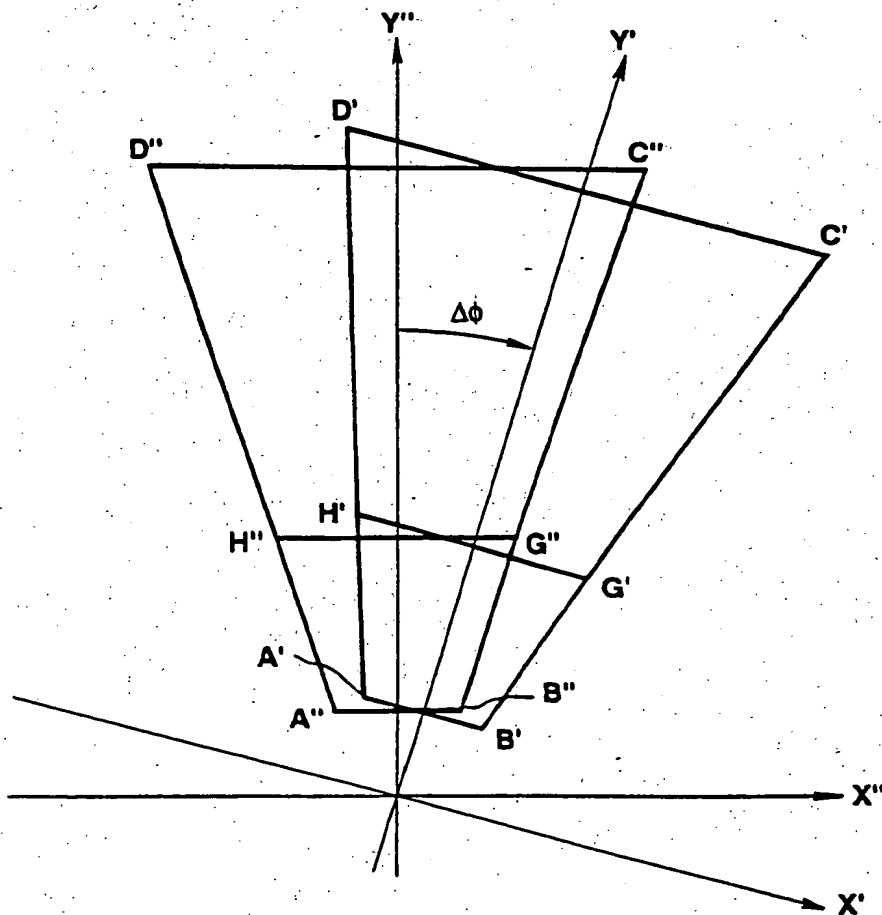


FIG.17A

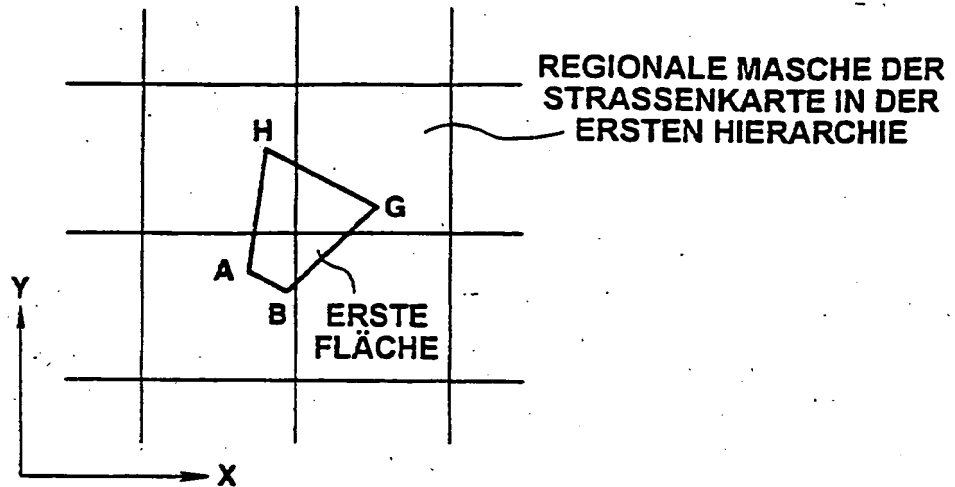


FIG.17B

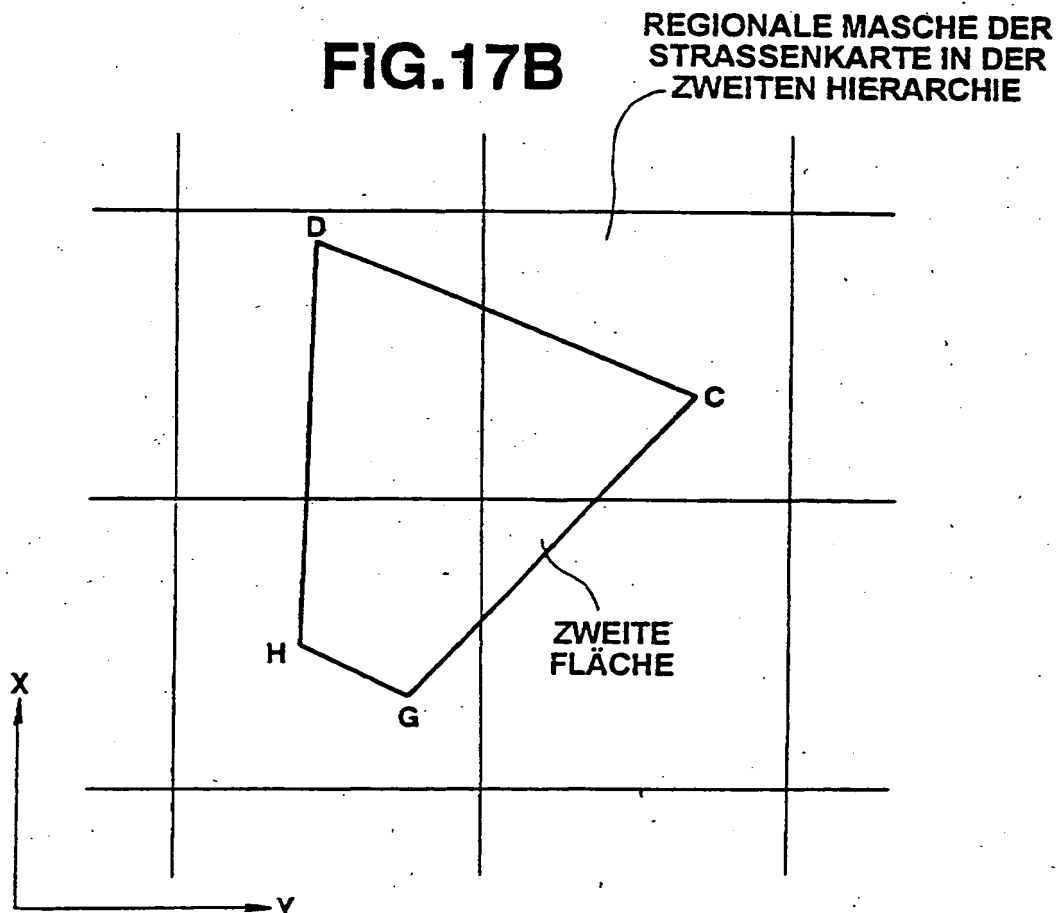


FIG.18

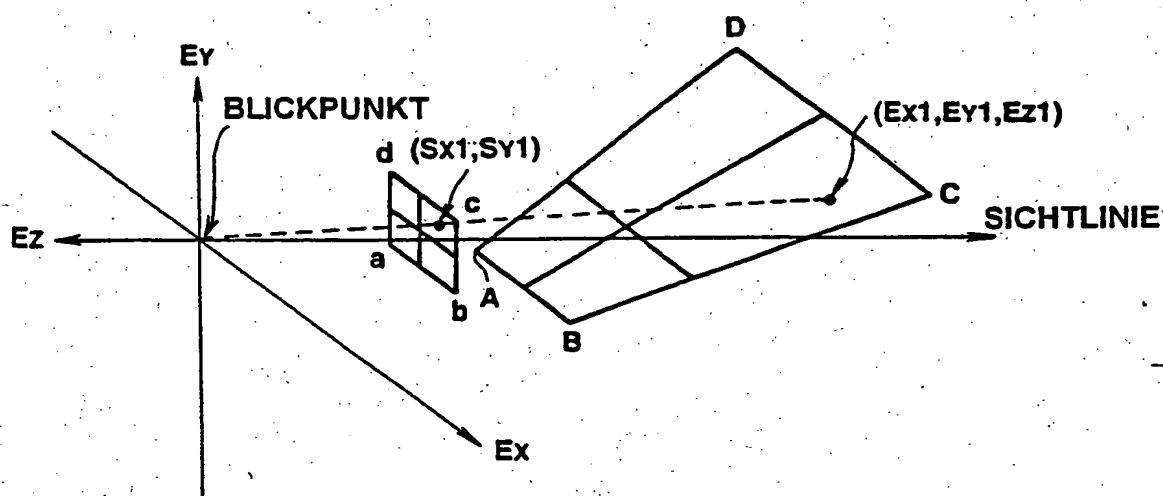


FIG.19

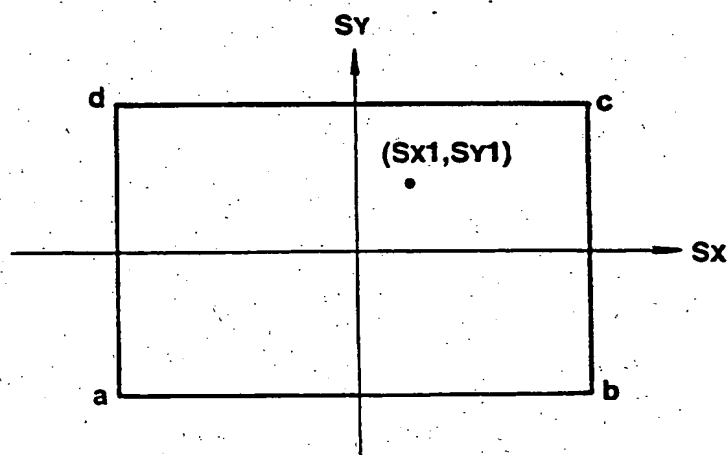


FIG.20A

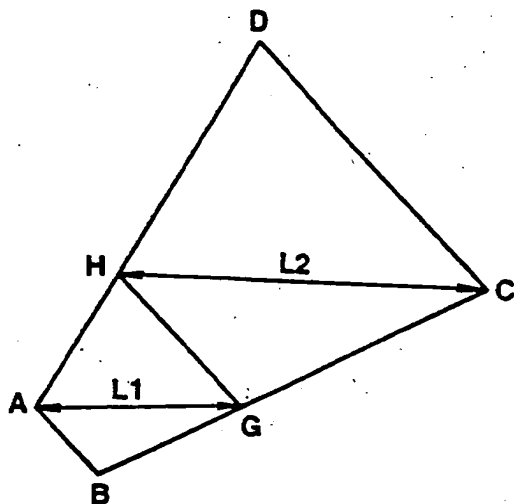


FIG.20B

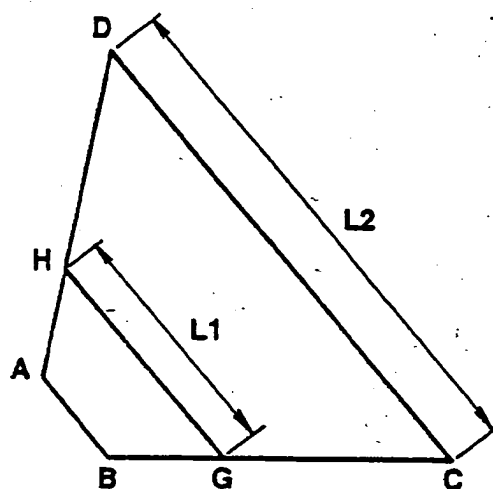


FIG.21

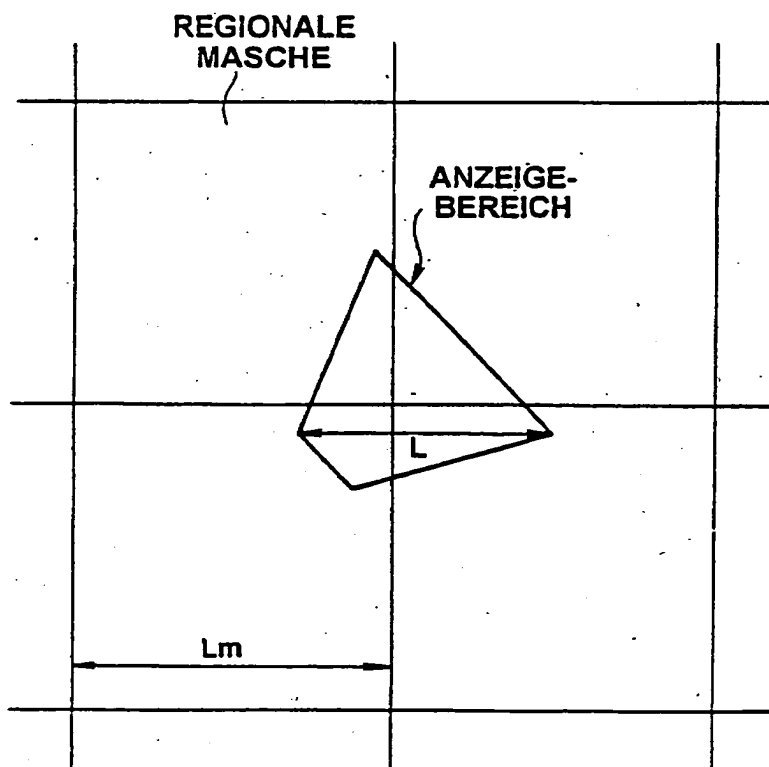


FIG.22

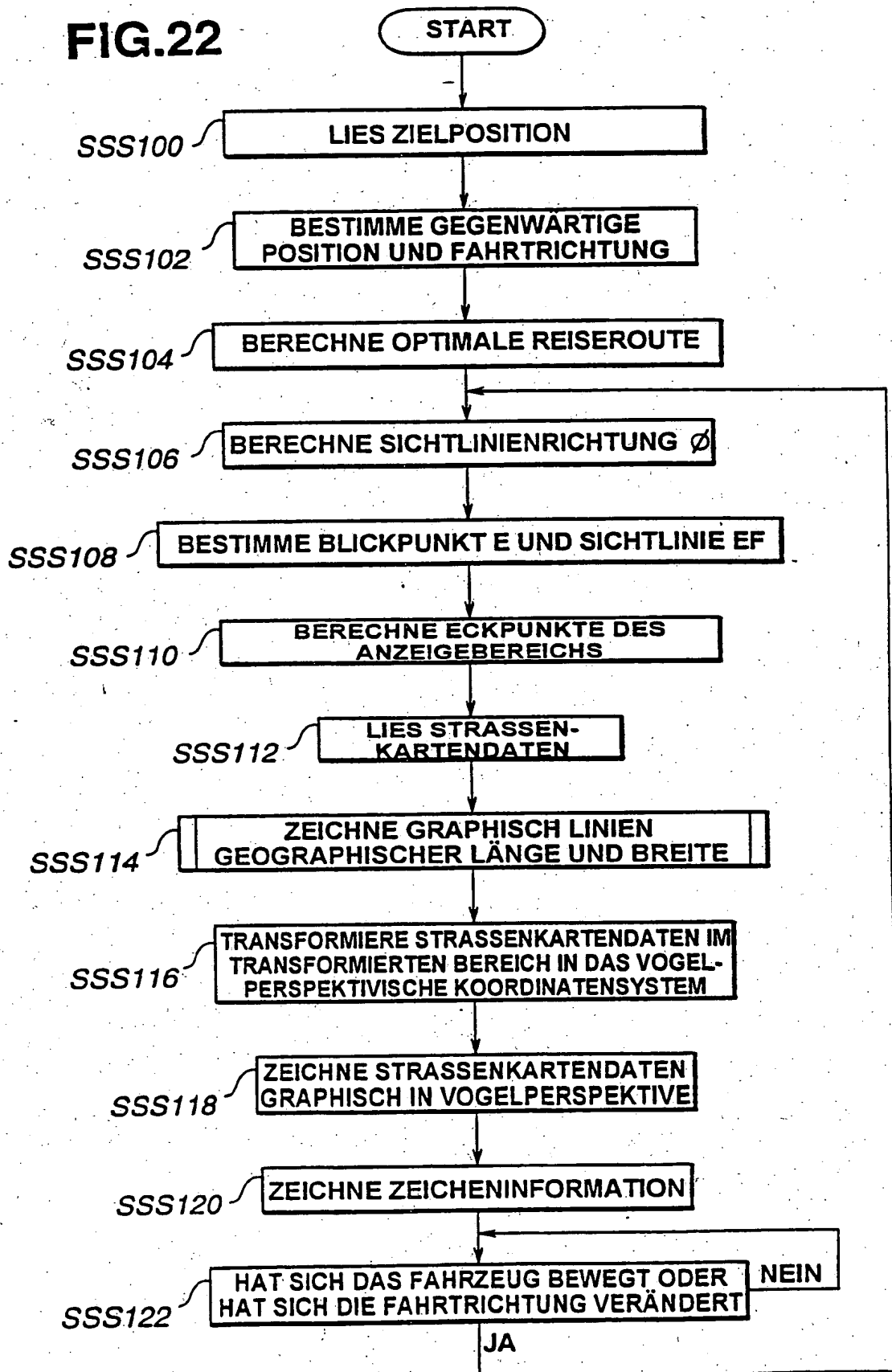


FIG.23

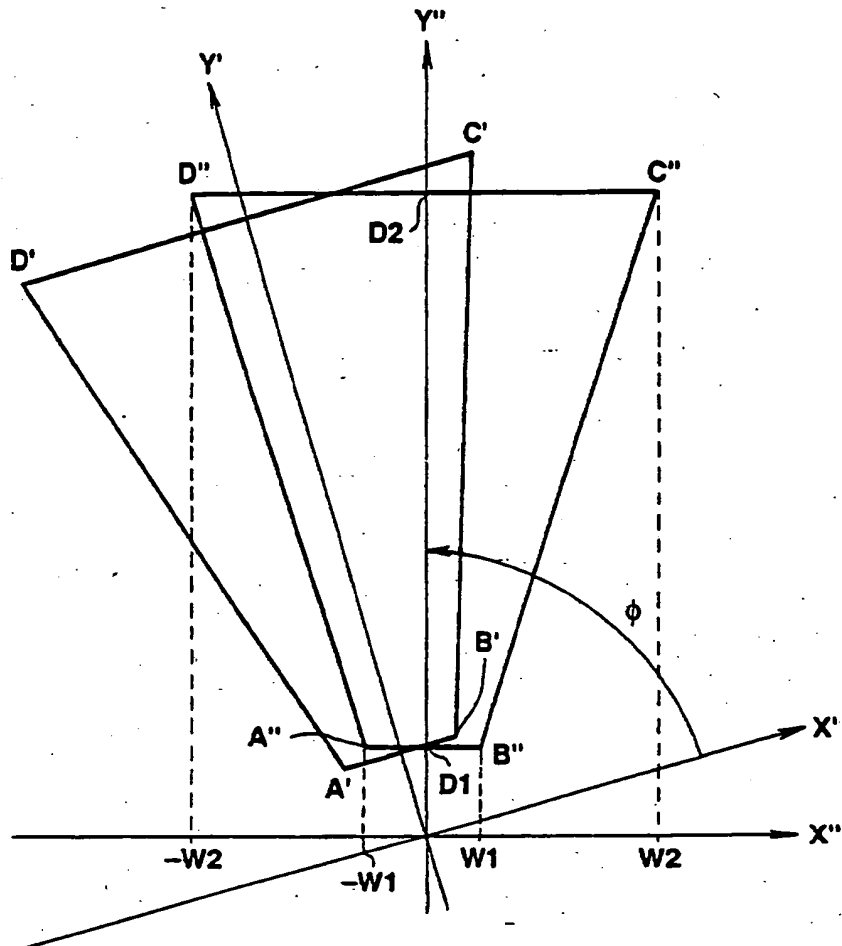


FIG.24

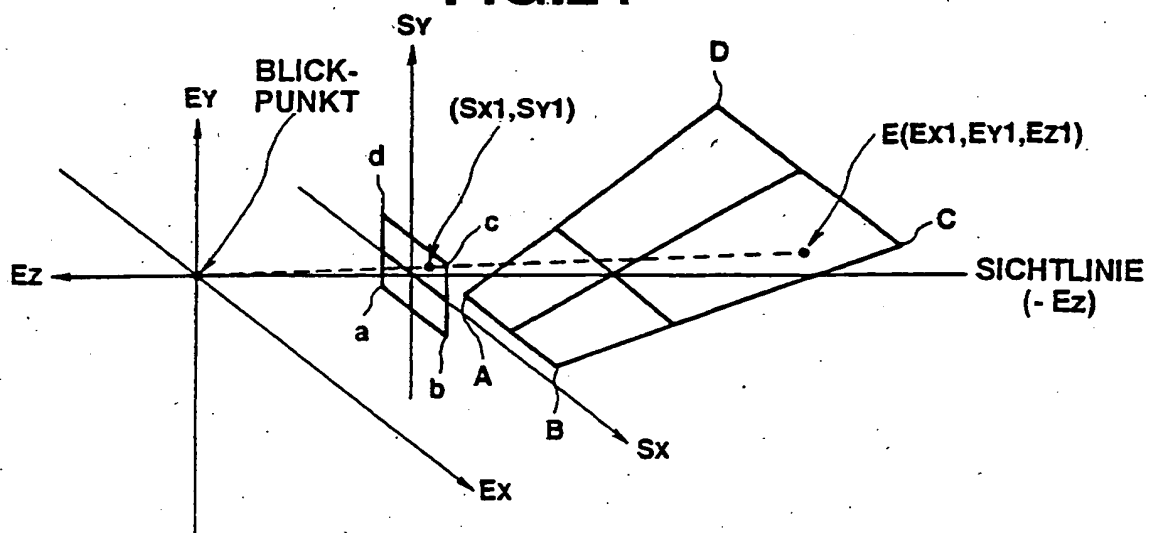


FIG.25

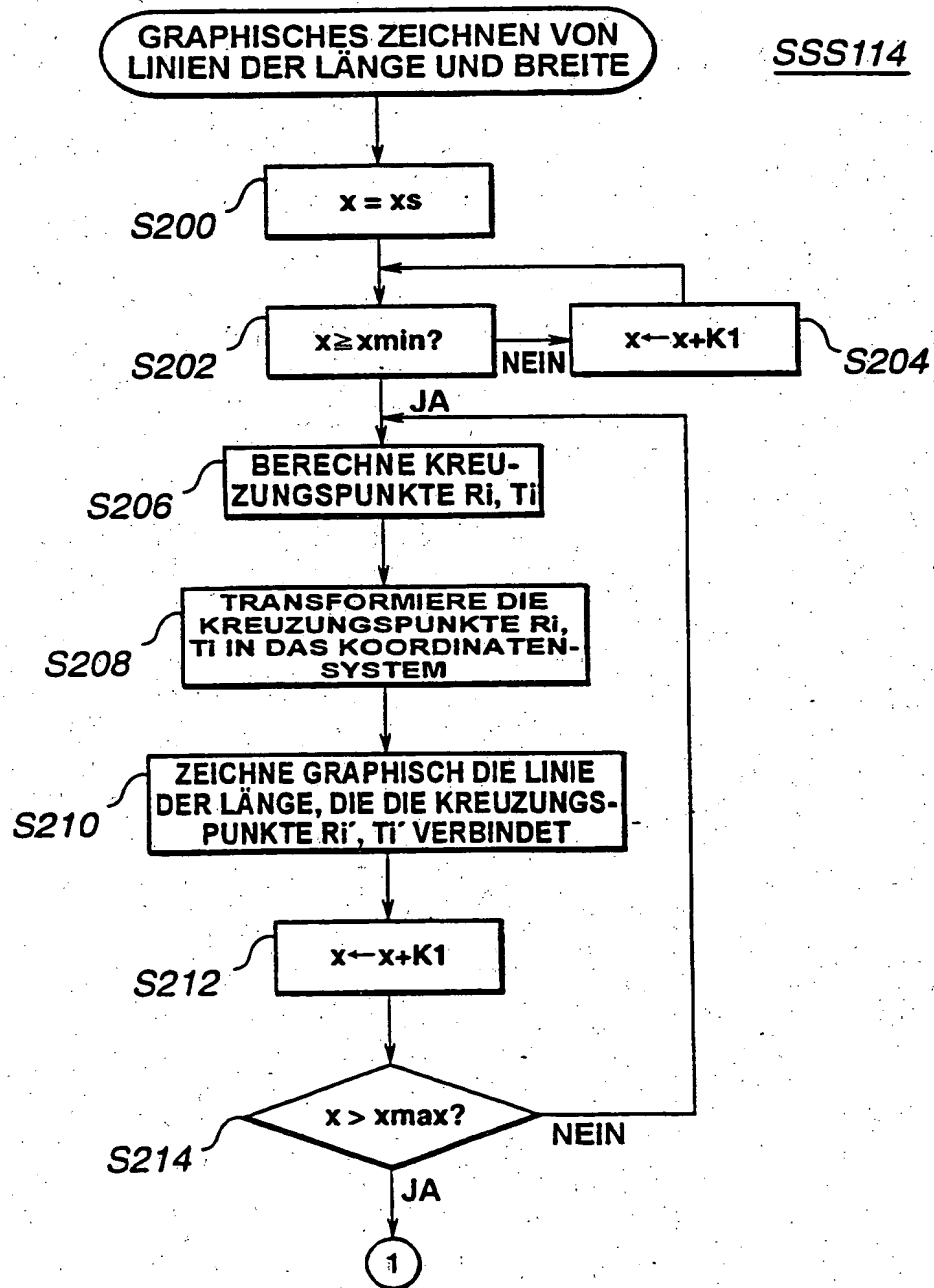


FIG.26

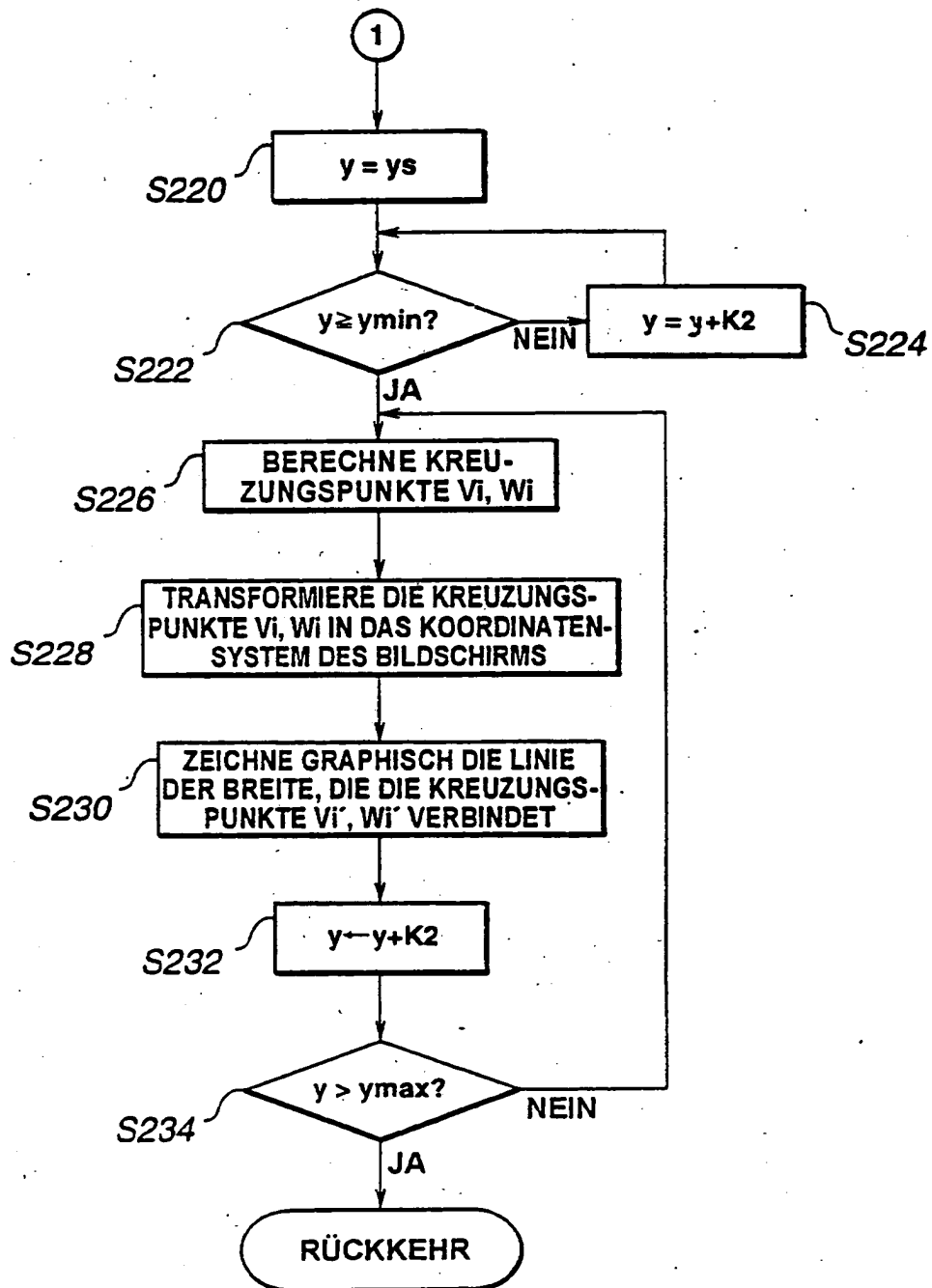


FIG. 27

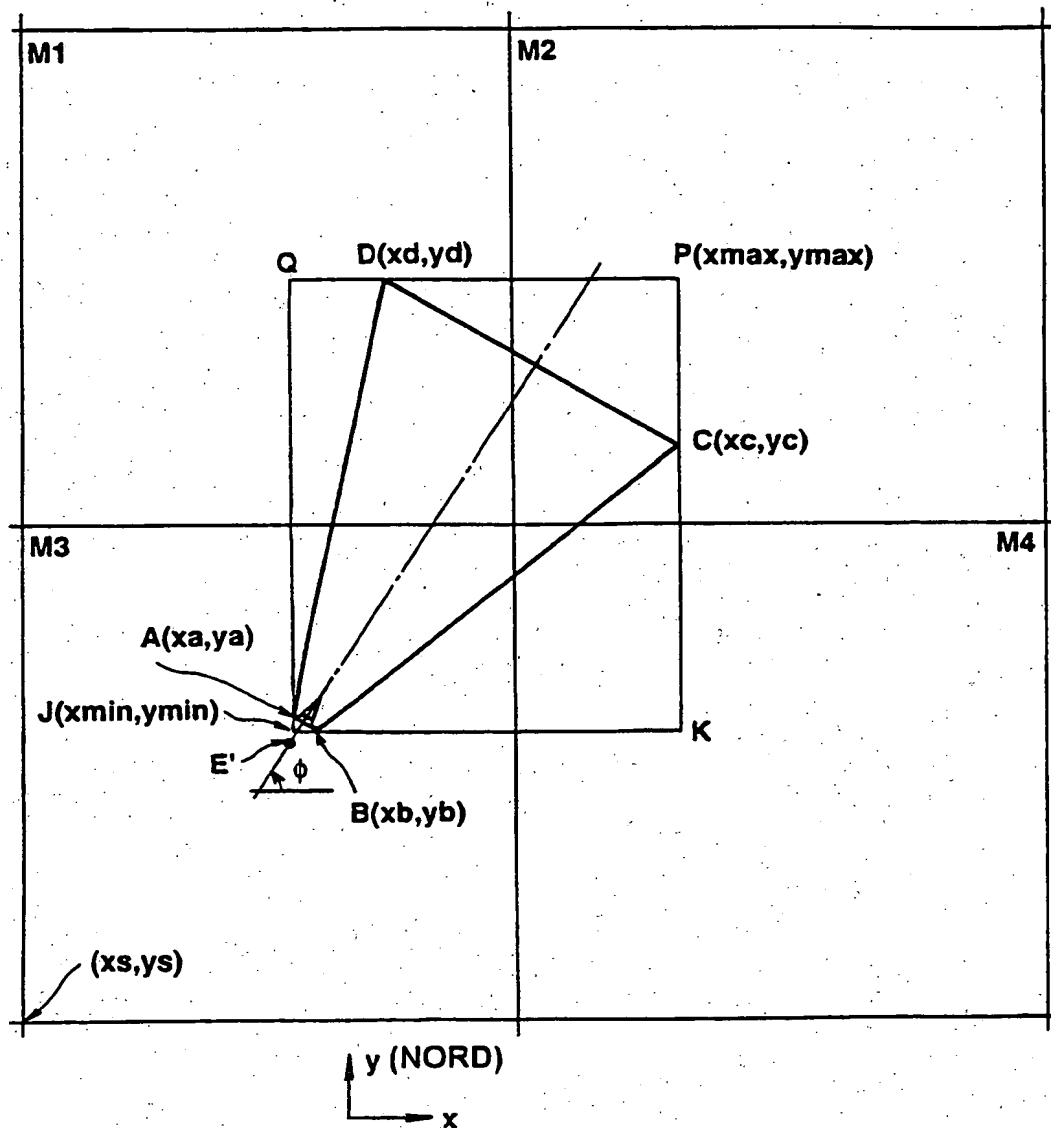


FIG.28

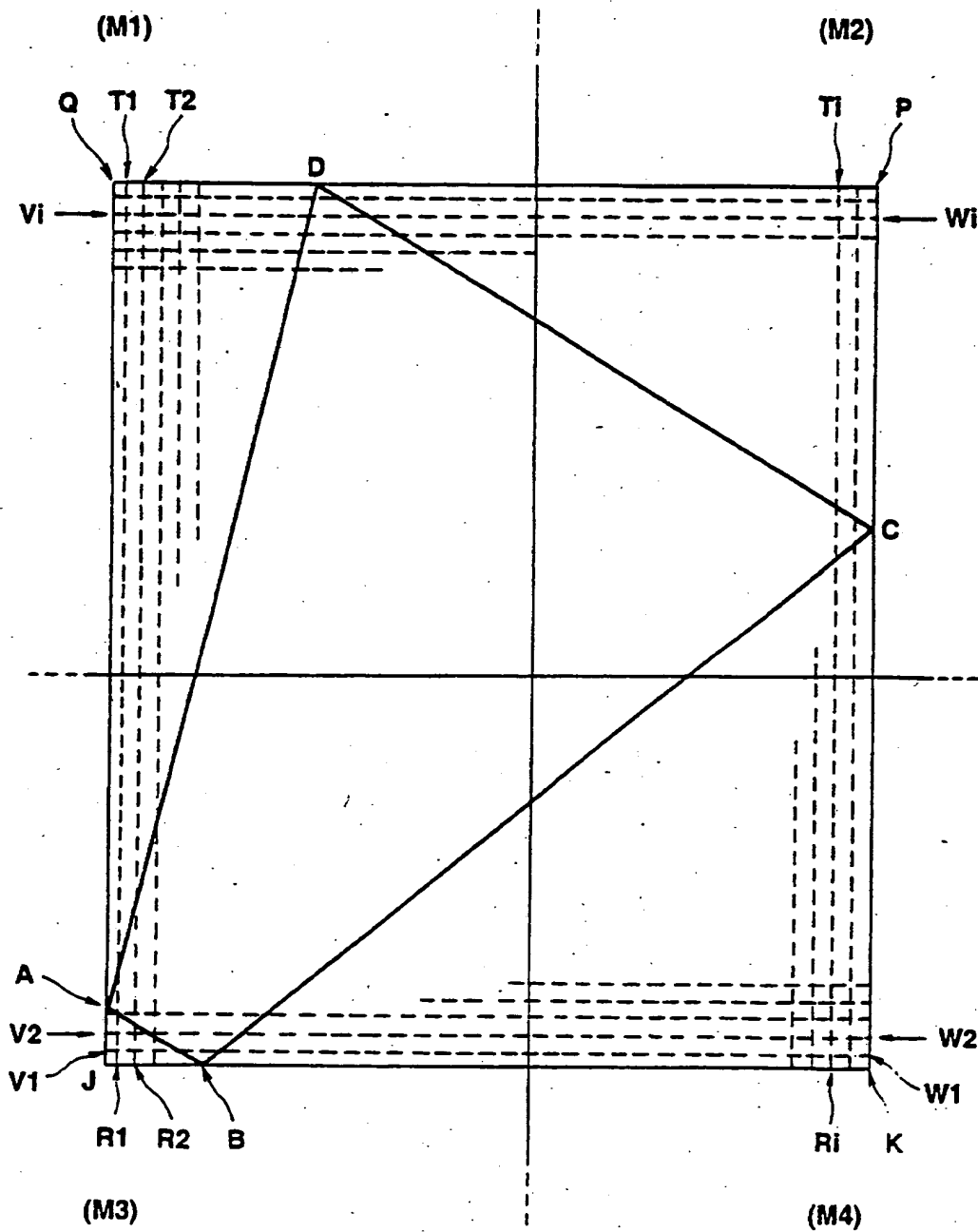


FIG.29

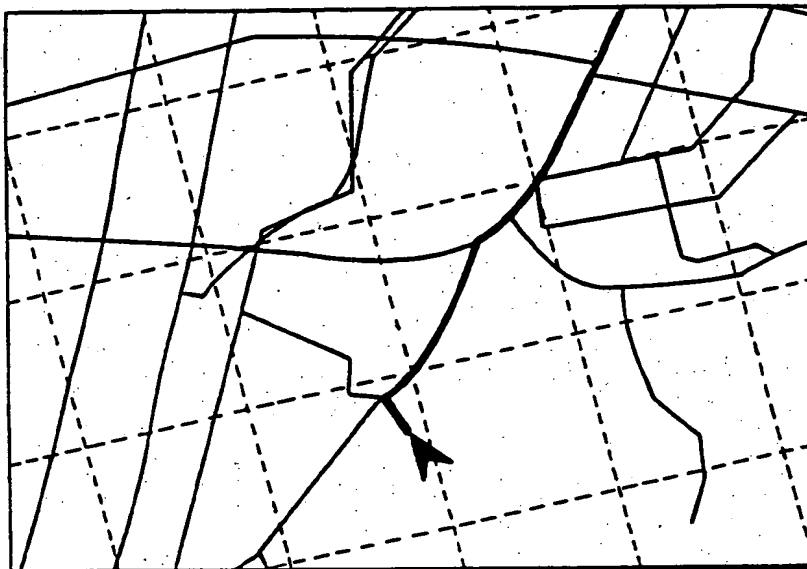


FIG.30

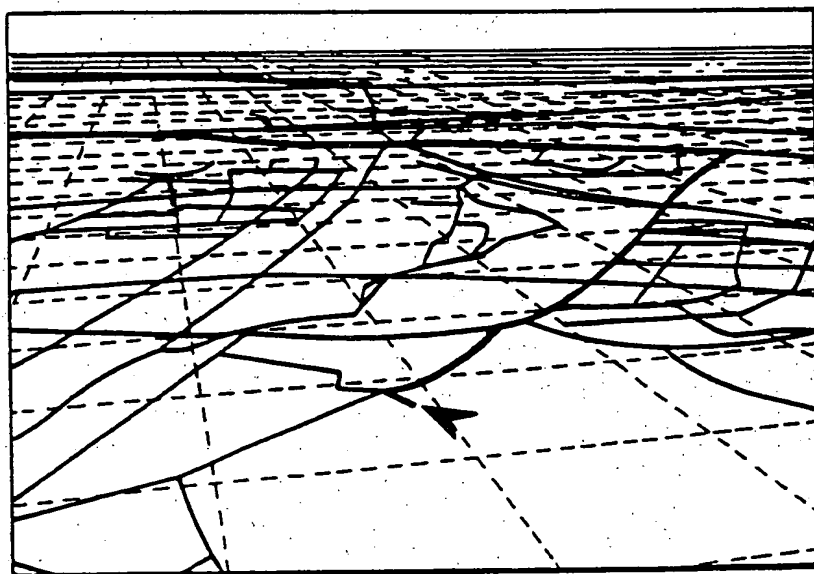


FIG.31

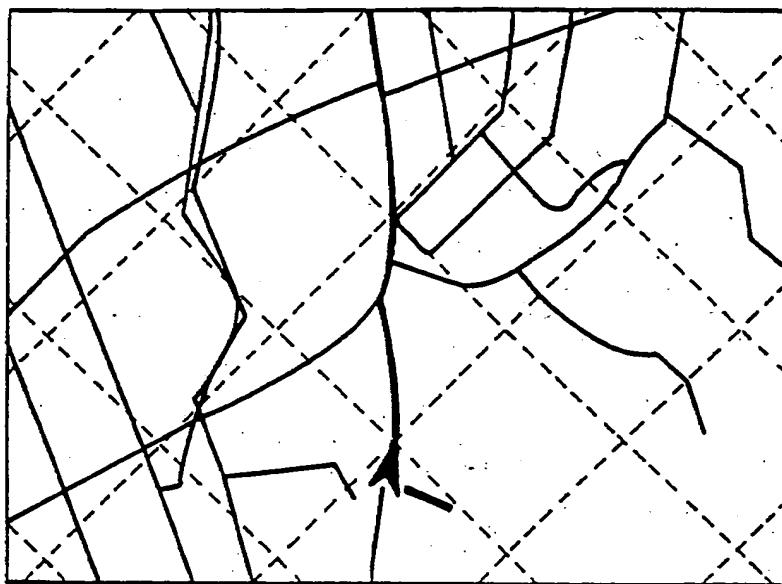


FIG.32

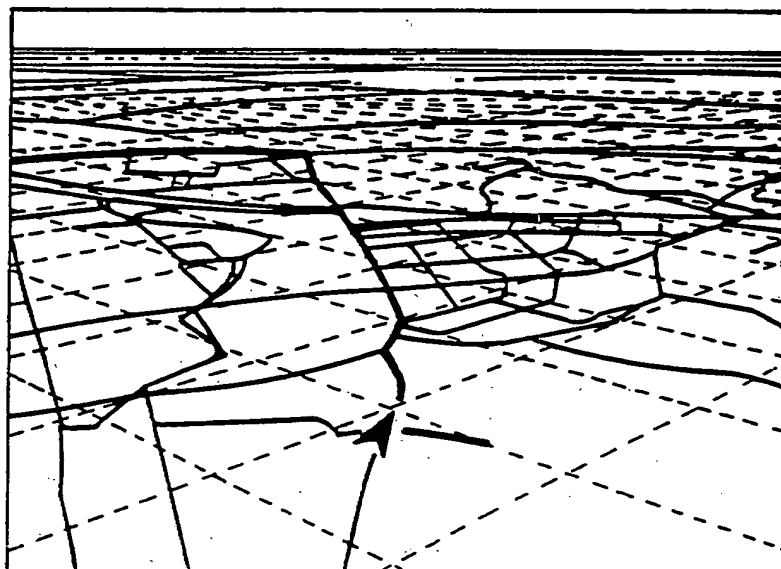


FIG.33

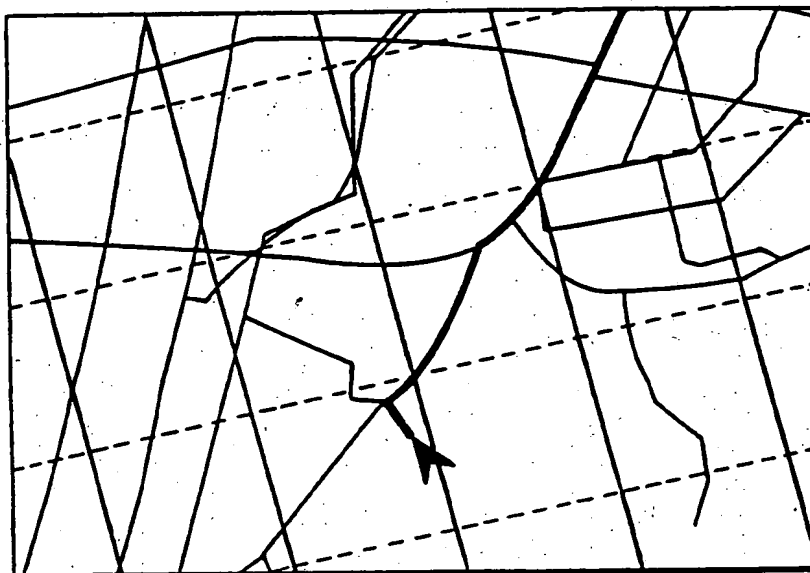


FIG.34

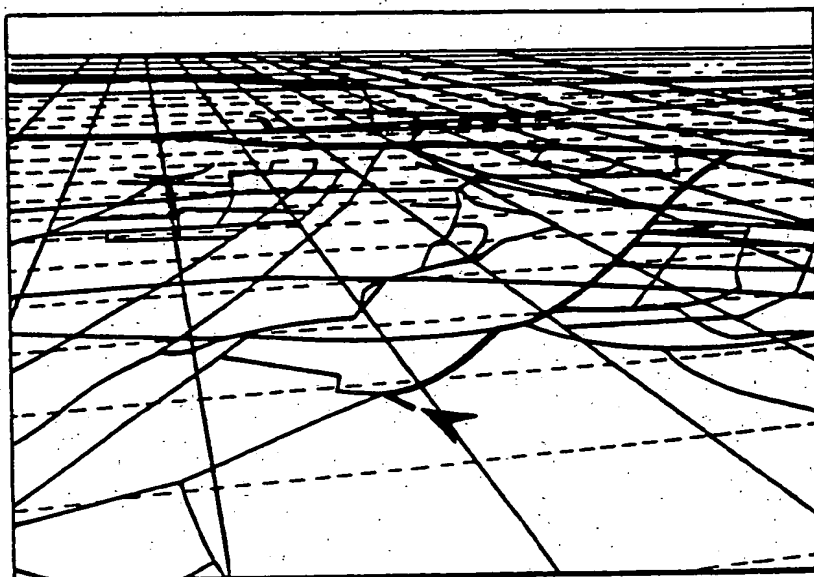


FIG.35

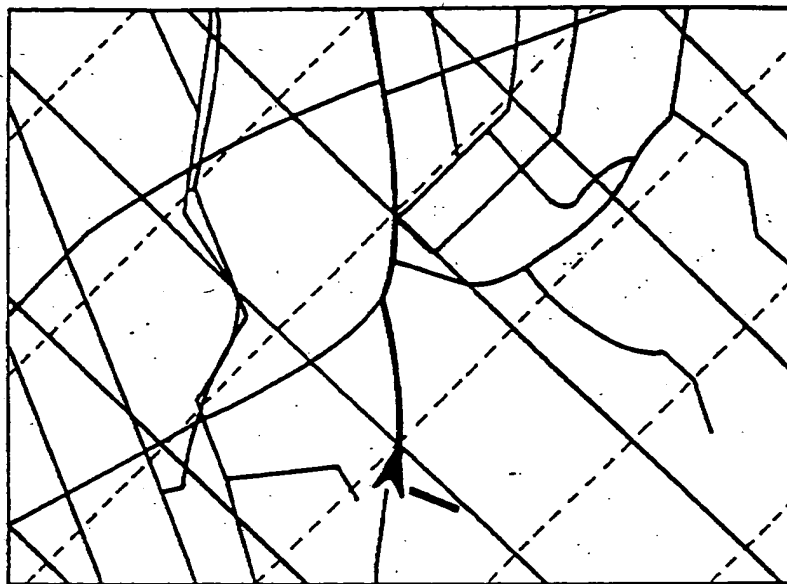


FIG.36

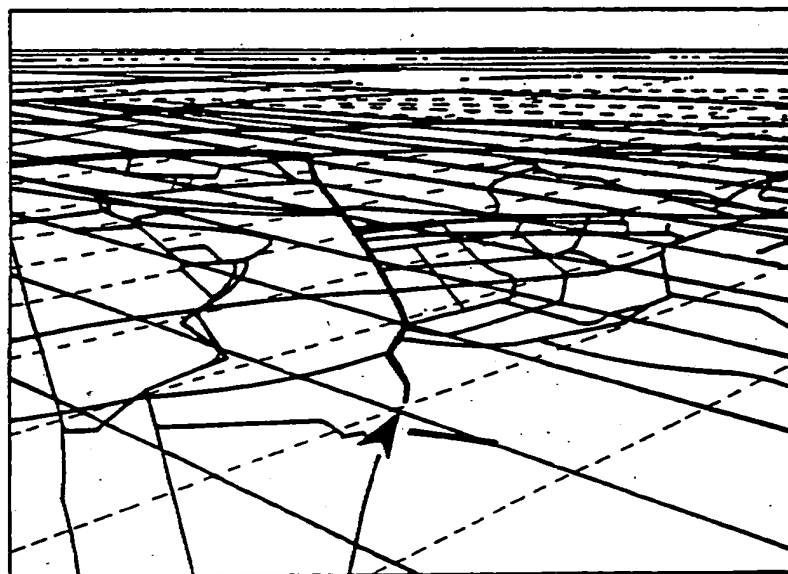


FIG.37

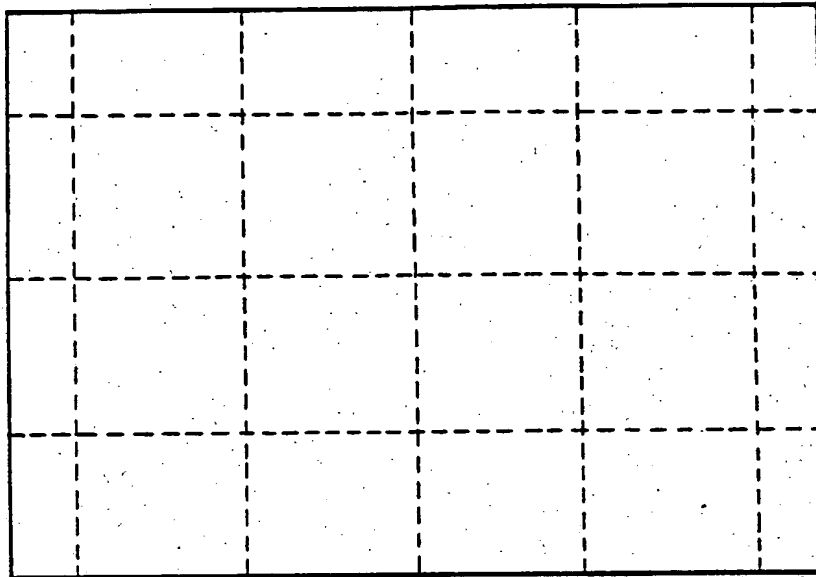


FIG.38

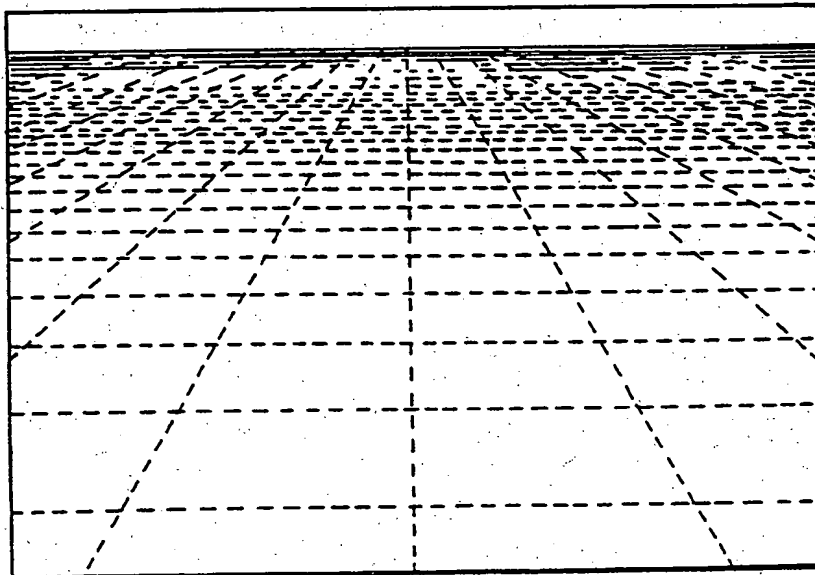


FIG.39

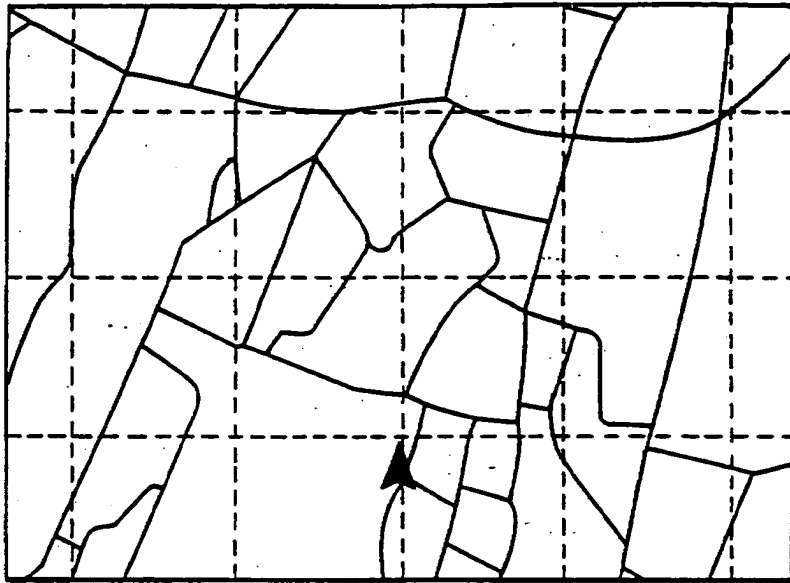


FIG.40

